

P O L I T E C H N I K A Ł Ó D Z K A

**PROGRAMY RAMOWE
STUDIÓW MAGISTERSKICH**

DLA KIERUNKU ELEKTROTECHNIKA

Ł Ó D Ź 1986

P O L I T E C H N I K A Ł Ó D Z K A

**PROGRAMY RAMOWE
STUDIÓW MAGISTERSKICH**

DLA KIERUNKU ELEKTROTECHNIKA

Ł Ó D Ź 1986

WYDANO ZA ZGODĄ JM REKTORA POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ



WYDAWNICTWO POSIADA CHARAKTER INFORMACYJNY

WYDAWNICTWO POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ
93-005 Łódź, ul. Wólczańska 219

Nakład 200 + 30 egz. Ark. wyd. 12,0. Ark. druk. 15,0. Papier druk. kl. IV 71 g 61 × 86.

Druk ukończono w listopadzie 1986 r. Zam. 60/85

Wykonano w Zakładzie Poligraficznym PL, 93-005 Łódź, ul. Wólczańska 223

SPIS TREŚCI

Profil absolwenta kierunku Elektrotechnika	7
Profile absolwentów poszczególnych specjalności	39
Elektroenergetyka	41
Maszyny i urządzenia elektryczne	81
Przetwarzanie i użytkowanie energii elektrycznej	144
Trakcja elektryczna	183
Automatyka i metrologia elektryczna	200

WSTĘP

Niniejszy zeszyt obejmuje programy ramowe przedmiotów w kolejności zgodnej z planami studiów. Całkowita liczba godzin zajęć w semestrze jest iloczynem liczby godzin w tygodniu i liczby tygodni w semestrze. Semestry są 15-to tygodniowe.

Programy ramowe zawierają zasadniczą część programu wykładów oraz ćwiczeń, laboratoriów i projektowania. W zasadzie tematyka ćwiczeń, laboratoriów i projektowania jest dostosowana do zagadnień objętych tematyką wykładów.

Realizacja programu należy do prowadzących zajęcia. Byłoby pożądane by wymagania i szczegółowy zakres zajęć były takie, aby w zasadzie czas na pracę własną studenta, tj. na przygotowanie się do zajęć, do bieżących zaliczeń i egzaminów (nie licząc czasu w sesji egzaminacyjnej) nie przekraczał 50% godzin zajęć ujętych w planie studiów.

PROFIL ABSOLWENTA KIERUNKU ELEKTROTECHNIKA

Studia na kierunku Elektrotechnika Wydziału Elektrycznego Politechniki Łódzkiej trwają pięć lat. Okres studiów podzielony jest na 10 semestrów, z których każdy trwa 15 tygodni. Studia dzienne, stacjonarne są studiami magisterskimi i są prowadzone w następujących specjalnościach:

1. Elektroenergetyka
2. Maszyny i urządzenia elektryczne
3. Przetwarzanie i użytkowanie energii elektrycznej
4. Trakcja elektryczna
5. Automatyka i metrologia elektryczna

Plan studiów obejmuje przedmioty ogólne, społeczno-polityczne i kierunkowe wspólne dla wszystkich specjalności oraz przedmioty poszczególnych specjalności. Podział studentów na specjalności jest dokonywany po czterech semestrach; jedynie studenci, którzy wybierają specjalność Automatyka i metrologia elektryczna mają częściowo inny program już po trzech semestrach. Plan obejmuje również dwie praktyki wakacyjne czterotygodniowe po II i IV roku. Studia kończą się egzaminem dyplomowym, po zdaniu którego absolwent otrzymuje tytuł magistra inżyniera elektryka o specjalności, którą studiował.

Plany nauczania przewidują szeroki zakres wykształcenia teoretycznego i podstawowego dla kierunku Elektrotechnika. W ostatnich semestrach studiów występuje wyraźne ukierunkowanie kształcenia związane ze specjalnością i tematyką pracy dyplomowej.

Studenci wyjątkowo uzdolnieni mają możliwość studiowania według indywidualnych programów studiów począwszy od trzeciego roku.

PROGRAMY RAMOWE
PRZEDMIOTÓW WSPÓLNYCH
OGÓLNOTECHNICZNYCH

10. RYSUNEK TECHNICZNY I ELEKTRYCZNY

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

<u>Wykłady</u>	<u>Projektowanie</u>
Semestr I 1 godz.	1 godz.
Semestr II -	2 godz.

Treść wykładu

Wprowadzenie do rysunku technicznego i elektrycznego, znormalizowane elementy rysunku technicznego, zasady rzutowania prostokątnego europejskiego i amerykańskiego, konstrukcja rzutów, zasady rysunku aksonometrycznego (izometria uproszczona). Rodzaje, konstrukcja i sposoby rysowania przekrojów. Zasady wymiarowania, wybór baz wymiarowych, ogólne wytyczne sposobów wymiarowania najczęściej występujących kształtów elementów maszyn. Sposoby oznaczania stanu powierzchni - (systemy i znaki obowiązujące do roku 1975 i obecnie), sposoby oznaczania obróbki cieplnej. Stopnie uproszczeń w rysowaniu połączeń gwintowych, spawanych, zgrzewanych i nitowych, charakterystyka spawania gazowego, elektrycznego, zgrzewania i lutowania. Podstawowe materiały konstrukcyjne i ich oznaczanie. Rysowanie sprężyn, kół zębatych i konstrukcji spawanych. Wymiary tolerowane, układ tolerancji i pasowań. Elementy rysunku elektrycznego. Rysunki złożeniowe i zestawieniowe. Wprowadzanie zmian na rysunkach.

Projektowanie:

S e m e s t r I

Temat 1.

a) Wizualne przedstawienie rzutowania i kolejności wykonywania szkiców części maszyn - film.

b) Rysunki rzutowe brył geometrycznych (prostopadłościan, graniastosłup, ostrosłup, walec i kula).

Temat 2

Szkice i rysunki techniczne prostych modeli elementów maszyn.
(4 modele).

Temat 3

Szkice i rysunki techniczne modeli elementów maszyn III stopnia
trudności (2 modele).

S e m e s t r II

Temat 1

- a) Rysunki połączeń gwintowych i spawanych.
- b) Schematy elektryczne (ideowe i blokowe).
- c) Schematy elektryczne (montażowe i inne).

Temat 2

Wykonanie dokumentacji (szkice i rysunki detali i rys. złożeniowych) prostych zespołów - z natury (praca w zespołach 2 + 3 osobowych).

Temat 3

Wykonanie dokumentacji technicznej prostych zespołów na podstawie rysunku złożeniowego zespołu (praca w zespołach 2 + 3 osobowych).

11. MECHANIKA TECHNICZNA

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P
III	2	2	-	-

Treść wykładów

Przedmiot mechaniki, jej podział, podstawowe pojęcia i jednostki. Zasady statyki, więzy, reakcje. Wypadkowa. Redukcje sił. Moment siły. Warunki równowagi sił. Równania równowagi dowolnego płaskiego układu sił. Tarcie, prawo tarcia. Kratownice. Przestrzenne układy sił zbieżnych i dowolnych - równania równowagi. Środki ciężkości.

Kinematyka punktu materialnego: tor, droga, prędkość, przyspieszenie. Równania ruchu. Kinematyka ciała sztywnego. Ruch postępowy i obrotowy.

Dynamiczne równania ruchu punktu materialnego. Ruch środka masy. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Masowy moment bezwładności. Zasada d'Alamberta. Energia potencjalna i kinetyczna punktu materialnego i ciała sztywnego.

Naprężenie, odkształcenie, klasyfikacja. Rozciąganie i ściskanie. Prawo Hooke'a. Zasada de Saint Venanta. Naprężenia dopuszczalne. Wykresy rozciągania dla różnych materiałów. Układy statycznie niewyznaczalne. Naprężenia montażowe i termiczne. Analiza jednokierunkowego i płaskiego stanu napięcia. Koło Mohra. Uogólnione prawo Hooke'a.

Ścinanie czyste i techniczne. Zginanie. Wykresy sił wewnętrznych, momenty bezwładności przekrojów. Naprężenia przy zginaniu. Zginanie płaskie i ukośne. Odkształcenie przy zginaniu. Skręcanie przekrojów kołowych.

Wytrzymałość złożona. Hipotezy wytrzymałościowe. Naprężenia zredukowane. Wyboczenie. Siła krytyczna. Wzory Eulera i Tetmajera. Metody energetyczne. Twierdzenie Castigliano i Nenabrei.

Ćwiczenia:

Program ćwiczeń obejmuje zagadnienia związane z tematyką wykładów.

12. PODSTAWY KONSTRUKCJI MECHANICZNYCH*

Program przedmiotu obejmuje informacje przekazywane na wykładach oraz informacje z literatury (samokształcenie).

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	<u>Wykłady</u>	<u>Projektowanie</u>
IV	3	-
V	-	2

Treść wykładów:

Obliczenia elementów maszyn

1. Obliczenia wytrzymałościowe (naprężenia: rzeczywiste, obliczeniowe, dopuszczalne; współczynniki bezpieczeństwa).
2. Obliczenia na sztywność, zużycie i drgania.

Wytrzymałość zmęczeniowa

1. Podstawowe wiadomości o wytrzymałości zmęczeniowej.
2. Naprężenia zmęczeniowe.
3. Działanie karbu.
4. Obliczenia przy obciążeniach zmiennych.

Tolerancje i pasowania

Materiały stosowane w konstrukcjach mechanicznych

1. Żeliwo.
2. Stal.
3. Metale i stopy nieżelazne.
4. Materiały niemetalowe.
5. Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna części metalowych.

Sprężyny i elementy podatne

*Wszystkie specjalności z wyjątkiem Automatyki i Metrologii Elektrycznej.

Połączenia - technologia, wykonywanie, projektowanie

1. Gwintowe.
2. Spawane, zgrzewane, lutowane.
3. Klejone.
4. Kształtowe.

Elementy napędów mechanicznych

1. Wały i osie.
2. Łożyska toczne i ślizgowe.
3. Sprzęgła.

Przekładnie mechaniczne

1. Przekładnie z pasami klinowymi i zębatymi.
2. Przekładnie cierne.
3. Przekładnie zębate.

Kształtowanie elementów maszyn: odlewanie, obróbka plastyczna, obróbka skrawaniem.

Eksploatacja maszyn i urządzeń

1. Tarcie, zużycie i smarowanie.
2. Środki smarowe.
3. Korozja, ochrona przed korozją.

Projektowanie:

Temat 1

Projekt (obliczenia, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze) zespołu zawierającego śrubę napędową (podnośnik, prasa, ściągacz).

Temat 2

Projekt zespołu napędowego w skład którego wchodzi: sprzęgło, odpowiednio łożyskowany wał oraz przekładnia na pasy klinowe (obliczenia, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze).

13. MATEMATYKA

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P
I	4	4	-	-
II	4 ^e	4	-	-
III	4 ^e	4	-	-
IV	2	2	-	-

Treść wykładu:

Uzupełnienie wiadomości: granice pewnych ciągów i funkcji, liczba e , pochodne funkcji wykładniczych i logarytmicznych. Liczby zespolone i wielomiany. Macierze i wyznaczniki: algebra macierzy, wartości i wektory własne macierzy, diagonalizacja macierzy, tw. Cayleya-Hamiltona i tw. Sylvestera, zastosowania wyznaczników i macierzy do układów równań liniowych. Uzupełnienia z algebry wektorów w przestrzeni: iloczyn wektorowy, iloczyn mieszany. Płaszczyzny i proste w przestrzeni. Powierzchnie II-go stopnia: kwadryki, powierzchnie obrotowe, walcowe i stożkowe. Uzupełnienia dotyczące funkcji jednej zmiennej: różniczkowalność i różniczka funkcji, tw. Rolle'a, Lagrange'a, Taylora, Macluarina, de l'Hospitala, wklęsłość, wypukłość i punkty przegięcia funkcji, asymptoty, badanie funkcji i badanie krzywych określonych równaniami parametrycznymi. Całki nieoznaczone, całka oznaczona Riemanna, całki niewłaściwe oraz zastosowania geometryczne całek. Funkcje dwóch i wielu zmiennych: pochodne cząstkowe i różniczki, ekstrema funkcji dwóch zmiennych, największa i najmniejsza wartość funkcji w obszarze domkniętym. Funkcja uwikłana, jej istnienie i jednoznaczność, pochodne i ekstrema. Elementy geometrii różniczkowej: funkcja wektorowa zmiennej rzeczywistej i jej pochodne, trójścian Freneta, krzywizna i skręcenie linii, płaszczyzna styczna i prosta normalna do powierzchni.

Całki podwójne, potrójne, krzywoliniowe i powierzchniowe. Elementy teorii pola wektorowego, całki krzywoliniowe i powierzchniowe w polu wektorowym, cyrkulacja i strumień wektora pola. Szeregi liczbowe, funkcyjne, potęgowe i szeregi Fouriera. Równania różniczkowe zwyczajne I rzędu: o rozdzielonych zmiennych, jednorodne, liniowe, Bernoulli -

ego. Równania różniczkowe zwyczajne wyższych rzędów i układy równań różniczkowych. Równania różniczkowe cząstkowe II rzędu: klasyfikacja, metoda charakterystyk i metoda Fouriera. Równanie Laplace'a.

Funkcje zmiennej zespolonej: ciągi i szeregi liczb zespolonych, funkcje zespolonej zmiennej rzeczywistej i zespolonej, pochodna i całka funkcji zespolonej, równania Cauchy - Riemanna, twierdzenie i wzór całkowy Cauchy'ego, szeregi Taylora i Leurenta, punkty osobliwe i residua, elementy odwzorowań konforemnych. Elementy analizy funkcjonalnej: przestrzenie metryczne, przestrzeń topologiczna, zbieżność ciągów w przestrzeniach metrycznych, zasada odwzorowań zwężających - tw. Banacha. Przestrzenie liniowe, przestrzenie liniowe unormowane. Pojęcie miary ogólnej. Elementy rachunku wariacyjnego - równanie Eulera. Przekształcenie Laplace'a: podstawowe własności przekształcenia Laplace'a, odwrotne przekształcenie Laplace'a i jego własności, spłot funkcji i tw. Borela o splocie, zastosowanie przekształcenia Laplace'a do równań różniczkowych zwyczajnych, układów równań i równań cząstkowych oraz do obliczania niektórych całek.

Rachunek prawdopodobieństwa i elementy statystyki matematycznej: zmienne losowe jedno i dwuwymiarowe oraz niektóre ich rozkłady prawdopodobieństwa, momenty i ich własności, funkcje charakterystyczne, niektóre twierdzenia graniczne. Statystyka opisowa, rozkłady niektórych statystyk. Elementy teorii estymacji - estymacja punktowa i przedziałowa. Testy statystyczne parametryczne i nieparametryczne.

Ćwiczenia:

Tematyka ćwiczeń odpowiada treści wykładów.

14. FIZYKA

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
I	4 ^e	2	-	-	-
II	4 ^e	2	2	-	-

Treść wykładów:

S e m e s t r I

Czas i przestrzeń. Układy odniesienia. Zasady dynamiki. Układy punktów materialnych.

Pola sił, potencjał. Ruch w polu sił centralnych,

Ruchy drgające. Ruch falowy.

Ośrodki ciągłe.

Elementy szczególnej teorii względności.

Elementy termodynamiki: Zasady termodynamiki. Bezwzględna skala temperatur. Entropia i jej statystyczna interpretacja.

Płyny rzeczywiste. Stan skondensowana materii. Ciało stałe - budowa, teoria ciepła właściwego. Przemiany fazowe.

Elementy elektrostatyki i elektrodynamiki: Ruch cząsteczek w polu elektrycznym i magnetycznym. Równania Macwella. Fale elektromagnetyczne.

S e m e s t r II

Elementy optyki geometrycznej.

Dyfrakcja. Interferencja.

Zjawiska na granicy dielektryków. Polaryzacja światła.

Dyspersja. Absorpcja. Rozpraszanie światła.

Dwójłomność kryształów.

Promieniowanie ciała doskonale czarnego.

Kwantowe właściwości światła. Elementy fotometrii.

Model atomu Rutherforda-Bohra i Bohra Zommerfelda. Układ okresowy pierwiastków.

Falowy opis ruchu cząstek. Elementy mechaniki kwantowej.

Kwantowo-mechaniczny model atomu. Cząsteczki. Potencjał periodyczny - ciało stałe. Model pasmowy. Elektryczne własności ciał stałych.

Elementy fizyki jądrowej: Charakterystyka jądra atomowego. Reakcje jądrowe.

Cząstki elementarne. Antycząstki.

Ćwiczenia:

Program ćwiczeń rachunkowych pokrywa się z programem wykładu. Nie obejmuje jedynie elementów fizyki **jądra** atomowego.

Laboratorium:

Program ćwiczeń laboratoryjnych aktualnie obejmuje 12 ćwiczeń z zakresu mechaniki, ciepła i termodynamiki oraz optyki.

15. ELEKTROTECHNIKA TEORETYCZNA

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
I	2 ^e	2	-	-	-
II	4 ^e	4	-	-	-
III	4 ^e	3	1	-	-
IV	2 ^e	1	1	-	-

Treść wykładów:

S e m e s t r I

Obwody liniowe. Obwody prądu stałego. Obwody prądu zmiennego. Obwody prądu sinusoidalnego. Metoda liczb zespolonych i wykresy wskazowe.

S e m e s t r II

Elementy analizy macierzowej obwodów. Obwody zawierające cewki magnetycznie sprzężone. Rezonans w obwodach elektrycznych. Układy trójfazowe i wielofazowe. Krzywe wskazowe. Czwórniki i filtry. Obwody o parametrach rozłożonych. Okresowe prądy niesinusoidalne. Stany nieustalone. Analiza w dziedzinie czasowej.

S e m e s t r III

Analiza obwodów liniowych w stanach nieustalonych w dziedzinie częstotliwościowej. Właściwości i zastosowanie przekształcenia Laplace'a. Funkcje charakteryzujące obwody liniowe. Schematy blokowe, grafy sygnałowe. Synteza dwójników.

Pole elektromagnetyczne. Równanie Maxwella. Równania pola elektromagnetycznego. Pole elektrostatyczne. Pole przepływowe stacjonarne. Pole magnetostatyczne. Obwody magnetyczne. Indukcja elektromagnetyczna.

S e m e s t r I V

Pole elektromagnetyczne harmoniczne. Potencjały elektrodynamiczne. Twierdzenie Poyntinga. Impedancje. Zjawisko naskórkowości. Promieniowanie fal. Fale płaskie, załamane i wnikanie fal. Falowody.

Obwody nieliniowe. Obwody nieliniowe prądu stałego i zmiennego. Obwody zawierające cewki z rdzeniem stalowym. Obwody zawierające prostowniki. Metody analizy obwodów nieliniowych.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

16. METROLOGIA ELEKTRYCZNA I ELEKTRONICZNA

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
I	-	1	-	-	-
III	3	-	-	-	-
IV	2 ^e	-	-	-	-
V	-	-	3	-	-
VI	-	-	3	-	-

Treść wykładów:

S e m e s t r I I I

Podstawowe zagadnienia metrologii, informacyjna teoria pomiaru. Jednostki i wzorce wielkości elektrycznych. Właściwości dynamiczne przyrządów pomiarowych, transmitancja przyrządów pomiarowych. Teoria błędów. Pomiar napięcia i natężenia prądu stałego i przemiennego miernikami elektromechanicznymi. Pomiary mocy prądu stałego i przemiennego 1 i 3-fazowego. Przetworniki pomiarowe. Pomiary rezystancji, metody techniczne, mostki pomiarowe. Pomiary energii - liczniki elektromechaniczne i elektroniczne. Metody pomiaru L, M, C, tg, metody techniczne, mostki pomiarowe prądu przemiennego. Metody kompensacyjne pomiaru wielkości elektrycznych prądu stałego i przemiennego.

S e m e s t r I V

Pomiary magnetyczne, pomiar stratności i przenikalności, wyznaczanie charakterystyk magnesowania. Pomiary częstotliwości i przesunięć fazowych, Pomiary współczynników charakteryzujących przebiegi elektryczne. Rejestracja przebiegów elektrycznych. Cyfrowa technika pomiarowa. Przetworniki sygnałów pomiarowych. Cyfrowy pomiar podstawowych wielkości elektrycznych. Podstawy miernictwa dynamicznego. Zastosowanie metod elektrycznych i elektronicznych do pomiaru wielkości nieelektrycznych. Systemy pomiarowe. Centralna rejestracja i przetwarzanie danych pomiarowych.

Ćwiczenia

S e m e s t r I

Ogólne wiadomości o pomiarze. Sprzęt pomiarowy i jego charakterystyka. Zasada działania przyrządów i aparatury pomiarowej. Układy wielkości i jednostek miar. Wzorce jednostek miar, służba miar.

Błędy pomiaru. Błąd bezwzględny i błąd względny.

Błędy przypadkowe, systematyczne i pomyłki.

Obliczanie wartości błędów pomiarowych:

a) gdy błędy systematyczne są wyeliminowane,

b) gdy błędy przypadkowe są praktycznie pomijalne.

Wykrywanie błędów nadmiernych. Prawo składania błędów. Opracowanie wyniku pomiaru i jego zapis.

Laboratorium:

Tematyka ćwiczeń laboratoryjnych odpowiada treści wykładu.

TEORIA STEROWANIA*

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
IV	3 ^e	1	-	-	-
V	2	2	-	-	-
VI	2 ^e	1	-	-	-
VII	-	-	3	-	-

Treść wykładów

S e m e s t r IV

Podstawowe pojęcia, definicje i klasyfikacje. Metody budowy modeli matematycznych układów dynamicznych: opis w dziedzinie czasu, opis w dziedzinie częstotliwościowej, opis w przestrzeni stanów. Ciągłe liniowe układy stacjonarne: transmitancja, odpowiedź jednostkowa, odpowiedź impulsowa, charakterystyki częstotliwościowe, związki między nimi zachodzące. Typowe elementy liniowe: człon inercyjny I i II rzędu, oscylacyjny, różniczkujący, całkujący, z opóźnieniem czasowym. Schematy blokowe i grafy przepływów oraz ich przekształcenie. Zamknięty układ regulacji: stabilność liniowych ciągłych układów regulacji i matematyczne warunki stabilności, kryteria algebraiczne i kryteria częstotliwościowe.

Jakość regulacji: dokładność statyczna (układy statyczne i astatyczne), wskaźniki jakości regulacji, kryteria całkowite. Typowe regulatory ciągłe. Projektowanie i korekcja liniowych układów regulacji automatycznej. Macierz tranzycyjna. Sterowalność i obserwowalność. Związek między transmitancją a opisem w przestrzeni stanów. Wybór zmiennych stanu. Realizacja minimalna.

S e m e s t r V

Dyskretne układy sterowania. Liniowe stacjonarne układy impulsowe: transmitancja dyskretna, odpowiedzi czasowe, charakterystyki częstotliwościowe. Twierdzenie Shannona. Schematy blokowe układów impul-

*Wszystkie specjalności z wyjątkiem Automatyki i Metrologii elektrycznej.

sowych i ich przekształcanie. Opis układów impulsowych w przestrzeni stanów. Sterowalność i obserwowalność układów impulsowych. Stabilność liniowych układów impulsowych: Stabilność liniowych układów impulsowych: warunki matematyczne stabilności, kryteria algebraiczne, kryteria częstotliwościowe.

Stacjonarne układy nieliniowe. Typowe elementy nieliniowe i ich charakterystyki. Linearyzacja układów nieliniowych. Schematy blokowe układów nieliniowych i ich przekształcanie. Metoda płaszczyzny fazowej: izokliny, punkty osobliwe, cykle graniczne. Funkcja opisująca.

S e m e s t r V I

Metody analizy stabilności układów nieliniowych: I i II metoda Lapunowa, twierdzenie Popowa, twierdzenie Kudrewicza. Sterowanie optymalne. Zasada maksimum Pontriagina. Programowanie dynamiczne Bellmana. Sterowanie czasowo-optymalne. Sterowanie optymalne z kwadratowym wskaźnikiem jakości. Procesy stochastyczne w liniowych układach sterowania: wyznaczanie momentów odpowiedzi układów liniowych poddanych wymuszeniom stochastycznym, analiza procesów stochastycznych w układach liniowych, wyznaczanie optymalnych charakterystyk impulsowych (równanie Wienera-Bootona).

Ćwiczenia z laboratorium

Ćwiczenia audytoryjne i laboratoryjne obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

18. PODSTAWY ELEKTRONIKI

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
III	4 ^e	2	-	-	-
IV	-	-	3	-	-

Treść wykładów:

Podstawowe wiadomości z fizyki półprzewodników. Technologia półprzewodników. Złącze p - n. Diody półprzewodnikowe. Tranzystory bipolarne. Tranzystory polowe. Elementy optoelektroniczne. Tyrystory. Elementy bezzłączowe. Właściwości liniowych układów wzmacniających. Układy ze sprzężeniem zwrotnym. Tranzystorowe wzmacniacze małych sygnałów. Wzmacniacze szerokopasmowe i impulsowe. Wzmacniacze operacyjne i ich zastosowanie. Własności statyczne i dynamiczne tranzystorów mocy. Podstawowe struktury wzmacniaczy mocy. Scalone wzmacniacze mocy. Stabilizatory napięcia i prądu o działaniu ciągłym i impulsowym. Stabilizatory scalone. Liniowe i nieliniowe układy formowania impulsów. Generatory funkcji, modulatory, demodulatory. Konwertery A/C i C/A. Warunki generacji. Układy generatorów folii prostokątnej. Układy generatorów drgań relaksacyjnych. Układy scalone TTL. Układy ECL. Unipolarne układy logiczne (MOS). Elementarne układy pamięci - przerzutniki. Liczniki. Rejestry. Programowalne systemy logiczne - systemy mikroprocesorowe.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Laboratorium:

Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.

19. PRZEKSZTAŁTNIKI*

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VI	2e	-	-	-	-
VII	-	-	2	-	-

Treść wykładów:

Systematyka przekształtników. Cechy podstawowe zaworów. Teoria obwodu prostownikowego przy komutacji naturalnej natychmiastowej. Komutacja skończona układów jednokierunkowych. Analiza harmoniczna prądów i napiężeń. Układy wielopulsowe z jedną i wieloma grupami komutacyjnymi. Teoria układów mostkowych jedno i wielofazowych niestworowanych, pełnosterowanych i półsterowanych. Mostki wielokrotne, równoległe i szeregowo.

Praca falownika sieciowbudnego i jego warunki stateczności w różnych układach. Falownik wzbudzany kompensatorem synchronicznym. Silnik przekształtnikowy. Układy nawrotne 4 kwadratowe. Cyklokonwertorowy. Sterowanie programowe. Charakterystyki sterowania. Wskaźniki jakościowe. Filtry, Sterowniki mocy prądu przemiennego-podstawowe wskaźniki, parametry i charakterystyki. Sterowniki impulsowe mocy prądu przemiennego. Analiza wybranych układów falowników niezależnych, równoległych, szeregowych, mieszanych. Wskaźniki i charakterystyki, granice obciążeń. Regulacja napięcia. Układy z modulacją szerokości impulsu. Sterowniki impulsowe mocy prądu stałego. Przetwornice statyczne napięcia stałego. Stabilizatory impulsowe napięcia stałego. Systemy stabilizacji. Wskaźniki. Dynamika.

Generacja harmoniczných w układach przekształtnikowych.

Laboratorium

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

*Wszystkie specjalności z wyjątkiem Automatyki i Miernictwa elektrycznego.

20. ELEKTRONICZNA TECHNIKA OBLICZENIOWA (ETO)

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
I	2	-	2	-	-

Treść wykładu:

Część I:

Organizacja maszyny cyfrowej - działanie prostej maszyny cyfrowej, binarny zapis informacji, jednostka centralna, urządzenia zewnętrzne, język wewnętrzny, języki zewnętrzne, translator (kompilator), organizacja i oprogramowanie złożonych systemów cyfrowych.

Część II:

Wprowadzenie do programowania w języku FORTRAN - etapy programowania, elementy języka FORTRAN, technika formułowania programów: elementarnych, z rozwidleniami, z pętlami wielosegmentowych.

Część III:

Algorytmizacja wybranych numerycznych z zastosowaniem w Elektrotechnice - równania algebraiczne i przestępne, interpolacja, aproksymacja (metoda najmniejszych kwadratów), całkowanie, równania różniczkowe.

Laboratorium:

Program laboratorium odpowiada treści wykładu. Pełny zestaw ćwiczeń zakłada samodzielne opracowanie i wdrożenie dziewięciu programów o stopniowanej trudności. Treść zadań nawiązuje do Elektrotechniki.

Realizacja programów odbywa się na maszynie cyfrowej ODRA 1305.

21. MODELOWANIE ANALOGOWE I CYFROWE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P	S
V	2	-	-	-	-
VI	-	-	2	-	-

Treść wykładu

Pojęcie modelowania. Klasyfikacja modeli. Narzędzia modelowania. Rodzaje maszyn analogowych. Komputery analogowe. Schemat blokowy i zasada działania komputera analogowego. Podstawowe bloki operacyjne i ich charakterystyka. Dokładność komputerów analogowych. Programowanie komputerów analogowych. Komputery hybrydowe. Analizatory równań różniczkowych. Analizatory sieciowe. Analizatory zjawisk cieplnych itp.

Minikomputery i mikrokomputery i ich charakterystyka. Zastosowanie minikomputerów w modelowaniu cyfrowym. Metody modelowania cyfrowego i technika modelowania. Symulacja cyfrowa. Modelowanie w technice. Modelowanie pól płaskich i przestrzennych. Modele siatkowe. Inne metody modelowania. Podstawy teorii podobieństwa. Ogólne i szczególne twierdzenia o podobieństwie. Podobieństwo układów liniowych i nieliniowych. Podobieństwo obwodów elektrycznych i pól elektromagnetycznych. Kryteria podobieństwa zjawisk elektrycznych. Dokładność modelowania.

Laboratorium

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczące problemów omawianych w treści wykładu.

22. TEORIA MASZYN ELEKTRYCZNYCH

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P	S
IV	3 ^e	-	-	2	-
V	3 ^e	-	-	2	-
VI	-	-	3	-	-

Treść wykładu

S e m e s t r I V

Rola maszyn elektrycznych i transformatorów w elektroenergetyce i pozostałych gałęziach przemysłu. Klasyfikacja maszyn.

Transformatory

Zasada działania, budowa i zastosowanie. Podstawowe rodzaje pracy: stan jałowy, zwarcie i obciążenie na przykładzie transformatora jednofazowego. Schemat zastępczy. Straty i sprawność. Układy połączeń transformatorów trójfazowych. Praca równoległa. Regulacja napięcia. Nagrzewanie i chłodzenie transformatorów. Autotransformatory. Transformatory trójzwojowe i specjalne. Zwarcie udarowe. Problemy eksploatacyjne.

Maszyny prądu stałego

Zasada działania, budowa i zastosowanie. Obwód magnetyczny i elektryczny. Siła elektromotoryczna. Moment obrotowy. Oddziaływanie twornika. Podstawowe właściwości i charakterystyki ruchowe prądnic obcowzbudnych, bocznikowych i szeregowo-bocznikowych. Podstawowe właściwości i charakterystyki ruchowe silników obcowzbudnych, bocznikowych, szeregowych i szeregowo-bocznikowych. Regulacja prędkości obrotowej i hamowanie silników. Praca w układach przekształtnikowych.

Maszyny prądu przemiennego - Zagadnienia ogólne

Zasada działania maszyn prądu przemiennego. Obwód magnetyczny i elektryczny. Siła magnetomotoryczna uzwojeń trójfazowych i jednofazowych. Pole magnetyczne oscylujące i wirujące.

S e m e s t r V

Maszyny synchroniczne

Budowa i zastosowanie. Oddziaływanie twornika. Wykresy wskazowe i schemat zastępczy. Zwarcie ustalone i udarowe. Charakterystyki ruchowe. Synchronizacja. Praca w sieci energetycznej, regulacja obciążenia. Moment obrotowy. Silnik synchroniczny. Kompensator.

Maszyny indukcyjne

Budowa i zastosowanie. Rodzaje pracy transformatora, silnika, prądnicy, hamulca. Próba biegu jałowego i zwarcie. Wykres kołowy. Rozruch silników. Regulacja prędkości obrotowej. Silniki jednofazowe i komputerowe. Praca w układach przekształtnikowych.

Podstawy uogólnionej teorii elektromechanicznego przetwarzania energii

Funkcja stanu energii. Zasada Hamiltona. Równanie Eulera-Lagrange'a, dla układów konserwatywnych i dyssypatywnych. Siły i momenty uogólnione. Modele matematyczne maszyn wielofazowych. Równania ruchu maszyn indukcyjnych i synchronicznych.

Elektromaszynowe elementy automatyki. Przegląd i klasyfikacjaProjektowanie

Zajęcia obejmują zasady projektowania elementów maszyn elektrycznych i transformatorów, obliczanie parametrów eksploatacyjnych i charakterystyk ruchowych oraz formułowanie równań dynamiki przetworników dla potrzeb badań w stanach nieustalonych.

S e m e s t r I V

Transformatory

Rodzaje budowy transformatorów. Obliczanie obwodu magnetycznego i uzwojeń transformatora. Wpływ zmian napięcia, częstotliwości i liczby zwojów na straty jałowe i napięcie wtórne. Przewijanie transformatorów. Straty i sprawność. Schematy zastępcze. Charakterystyki zewnętrzne. Analiza obciążalności w warunkach pracy równoległej. Obliczanie porównawcze autotransformatora i transformatora.

Maszyny prądu stałego

Rodzaje budowy maszyn prądu stałego. Projektowanie uzwojeń twornika. Obliczanie siły elektromotorycznej i momentu na podstawie danych konstrukcyjnych obwodu magnetycznego i uzwojeń. Kształtowanie charakterystyk ruchowych prądnic i silników. Określenie parametrów maszyny przy pracy prądnicowej i silnikowej. Projektowanie rozruszników i regulatorów prędkości obrotowej.

S e m e s t r V

Maszyny synchroniczne

Rodzaje budowy maszyn synchronicznych. Projektowanie uzwojeń twornika i magneśnicy. Obliczanie podstawowych parametrów maszyny synchronicznej. Wyznaczanie charakterystyk ruchowych.

Maszyny indukcyjne

Rodzaje budowy maszyn indukcyjnych. Obliczanie podstawowych parametrów schematu zastępczego. Przewijanie silników. Kształtowanie charakterystyki momentów w funkcji poślizgu. Projektowanie rozruszników i regulatorów prędkości obrotowej silnika indukcyjnego.

Zasady elektromechanicznego przetwarzania energii

Formułowanie równań ruchu liniowego przetwornika elektromechanicznego. Równania macierzowe przetworników obrotowych.

Laboratorium

Ćwiczenia laboratoryjne mają za zadanie ilustracje zjawisk fizycznych i zagadnień eksploatacyjnych zawartych w treści wykładu. Program ćwiczeń jest skorelowany z wymaganiami Polskich Norm dotyczących badania maszyn elektrycznych i transformatorów i obejmuje następujące zagadnienia.

Podstawowe próby odbiorcze transformatorów. Praca równoległa transformatorów. Przygotowanie maszyn elektrycznych do ruchu. Wyznaczanie podstawowych charakterystyk i porównanie właściwości prądnic i silników prądu stałego. Regulacja prędkości obrotowej silników prądu stałego. Wyznaczanie parametrów maszyn synchronicznej, synchronizacja i współpraca maszyny z siecią sztywną. Silnik synchroniczny. Podstawowe charakterystyki silników indukcyjnych. Straty i sprawność, nagrzewanie i chłodzenie maszyn elektrycznych. Silniki jednofazowe i uniwersalne.

23. TECHNIKA WYSOKICH NAPIĘĆ*

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
V	2 ^e	-	-	-	-
VI	-	-	4	-	-

Treść wykładu:

Podstawowe wiadomości o przepięciach i próbach napięciowych układów izolacyjnych. Powstawanie i przenoszenie się przepięć w sieciach el.-energ. Pojęcie krotności i czasu trwania przepięcia. Klasyfikacja przepięć i sposoby odwzorowywania ich za pomocą znormalizowanych napięć probierczych. Kompensacja ziemno-zwarciova. Zarys specyfiki miernictwa i wysokonapięciowej techniki laboratoryjnej.

Wyznaczanie naprężeń w układach izolacyjnych. Zastosowanie teorii potencjału do obliczania naprężeń dielektrycznych w foremnych układach izolacyjnych dwuelektrodowych i wieloelektrodowych (przewody wiązkowe), współczynniki sprzężenia). Obliczanie układów uwarstwionych równolegle, prostopadłe i ukośnie do pola elektrycznego. Sterowanie rozkładem pola za pomocą dodatkowych elektrod (elektronów).

Wyładowania w gazach. Izolatory. Zarys teorii wyładowań w powietrzu, próżni, sprężonym powietrzu i sześciofluorku siarki. Ulot: Piorun. Statystyczne metody opisu wytrzymałości elektrycznej wzorcowej i rzeczywistych układów izolacyjnych. Specyfika napowietrznych układów izolacyjnych o napięciu znamionowym rzędu MV.

Specyfika przeskoku powierzchniowego na powierzchniach czystych, zmoczonych i zanieczyszczonych. Zarys wymagań stawianych izolatorom liniowym i aparatom.

Układy izolacyjne o dielektrykach ciekłych i stałych. Zarys współczesnych hipotez dotyczących mechanizmu przeskoku w **dielektrykach** ciekłych oraz przebicia układów papierowo-olejowych i układów o izolacji stałej. Najważniejsze charakterystyki wzorcowych i rzeczywistych układów izolacyjnych i ich wykorzystanie dla celów profilaktycznych. Koncepcje konstrukcyjne układów izolacyjnych, kabli, kondensatorów, transformatorów, przekładników.

*Wszystkie specjalności z wyjątkiem Automatyki i Metrologii elektrycznej.

Napięcia pochodzenia atmosferycznego. Metody wyznaczania odpowiedzi węzła na atak fal wędrownych nadchodzących z linii. Obwody zastępcze o stałych skupionych. Zarys mechanizmu przebiegów udarowych w uzwojeniach transformatorów.

Ochrona przeciwprzepięciowa w linii i rozdzielni. Przewody odgromowe i zwody. Ochrona podejść od przeskoków odwrotnych. Odgromniki zaworowe i wydmuchowe, dławiki i kondensatory ochronne. Schematy ochrony odgromowej. Ograniczenie przepięć łączeniowych. Pojęcie poziomu ochrony i izolacji (piorunowych i łączeniowych). Pojęcie koordynacji izolacji sieci el.-energ.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

24. TECHNIKA ŁĄCZENIA*

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VI	2	-	-	-	-
VII	-	-	2	-	-

Treść wykładu:

Pojęcia podstawowe, wiadomości wstępne o łącznikach. Układowe i środowiskowe warunki pracy łączników. Klasyfikacja łączników. Rodzaje pracy i rodzaje obciążeń łączników. Wpływ warunków i rodzajów pracy na łączniki, wielkości znamionowe. Dobór łączników zestykowych i bezzestykowych.

Praca przepustowa łączników zestykowych: teoria styczności, rezystancja i nagrzewanie się głównych torów prądowych, szepianie się zestyków zamkniętych, siły elektrodynamiczne działające na zestyk, odskoki elektrodynamiczne, szepianie się zestyków podczas odskoków elektrodynamicznych, metody określania znamionowego prądu szczytowego łącznika. Praca przepustowa łączników bezzestykowych: bezpieczników i łączników tyrystorowych. Praca załączeniowa łączników zestykowych: odskoki sprężyste w warunkach bezprądowych i prądowych, wielkości charakteryzujące odskoki sprężyste, wpływ różnych czynników na te odskoki, wpływ odskoków na zużywanie się i szepianie styków, metody ograniczania odskoków sprężystych. Praca załączeniowa łączników tyrystorowych. Praca wyłączeniowa łączników zestyków: łuk elektryczny i jego własności komutacyjne, zasady gaszenia naturalnego i wymuszonego, wyłączanie przeciwprądem, wytrzymałość powrotna i napięcie powrotne, przepięcia łączeniowe, metody przyspieszania wzrostu wytrzymałości powrotnej i zmniejszania strómości napięcia powrotnego, zasady działania łączników zestykowych prądu stałego i przemiennego. Praca wyłączeniowa łączników bezzestykowych: bezpieczników i łączników tyrystorowych. Praca łączeniowa łączników zestykowych: szeregi łączeniowe, trwałość łączeniowa, kategorie użytkowania. Analiza porównawcza własności łączników zestykowych i bezzestykowych przy pracy przepustowej, załączeniowej, wyłączeniowej i łączeniowej.

*Wszystkie specjalności z wyjątkiem Automatyki i Metrologii elektrycznej.

Interakcja łącznika i obwodu podczas różnych rodzajów pracy. Charakterystyczne przypadki załączania i wyłączania obwodów: załączanie rezystancji, indukcyjności i pojemności; załączanie silników indukcyjnych klatkowych, baterie kondensatorów i linii długich; załączanie obwodu zwartego; wyłączanie transformatorów w stanie jałowym, elektromagnesów styczników, baterii kondensatorów, zwarć pobliskich, zwarć za dławikiem przeciwzwarciovym, zwarć na zaciskach wyłącznika.

Rozwiązania konstrukcyjne różnych typów łączników niskonapięciowych i wysokonapięciowych prądu stałego i przemiennego: odłączniki, rozłączniki, wyłączniki, bezpieczniki, łączniki zespołowe; wyłączniki ograniczające.

Laboratorium:

Laboratorium obejmuje wybrane zagadnienia zawarte w programie wykładu.

25. PODSTAWY ELEKTROENERGETYKI

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
IV	2	1	-	-	-
V	2 ^e	1	-	-	-

Treść wykładu:

S e m e s t r I V

Ogólne wiadomości o energii i jej postaciach. Wyzwalanie energii zawartej w substancji. Klasyfikacja przemian i przetworników energii. Zasady termodynamicznego przetwarzania energii. Przemiany energetyczne w elektrowniach parowych. Proces technologiczny elektrowni kondensacyjnej i elektrociepłowni. Podstawowe wyposażenie elektrowni. Elektrownie z silnikami spalinowymi i turbinami gazowymi. Przetwarzanie energii jądrowej. Reaktory energetyczne. Przetwarzanie energii wody. Elektrownie wodne. Zasady wykorzystania energii wiatru, słońca i geotermicznej. Bezpośrednie przemiany energii. Generatory magnetohydrodynamicznej, termoelektryczne, termoemisyjne. Ogniwa paliwowe.

S e m e s t r V

Elektroenergetyka jako dział energetyki na świecie i w Polsce. Potrzeby i zasoby energetyczne świata. Potrzeby energetyczne Polski. Statystyka rozwoju elektroenergetyki Polski. System elektroenergetyczny. Zadania systemu elektroenergetycznego, pojęcia podstawowe. Wymagania stawiane układom elektroenergetycznym. Części składowe systemu elektroenergetycznego. Budowa elementów sieci elektroenergetycznych. Linie elektroenergetyczne. Stacje elektroenergetyczne. Obliczenia elektryczne. Schematy zastępcze układów elektroenergetycznych. Obliczanie rozprężu prądów. Obliczanie spadku napięcia. Obliczanie prądów zwarciovych dla zwarc międzyfazowych. Zwarcia z ziemią w układzie 3-fazowym z izolowanym punktem zerowym. Wybrane zagadnienia z projektowania i eksploatacji układów elektroenergetycznych. Obliczenia gospodarcze przy projektowaniu układów elektroenergetycznych.

Wybór rodzaju prądu i napięcia znamionowego. Obliczanie przekroju przewodów. Zasady regulacji napięcia w układach elektroenergetycznych.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

PROGRAMY RAMOWE
PRZEDMIOTÓW SPECJALIZACYJNYCH

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA
Kierunek dyplomowania: wszystkie

26. ELEKTROWNIE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P	S
VI	2 ^e	2	-	-	-

Treść wykładu:

Wiadomości wstępne. Źródła i zasoby energii w świecie i w Polsce. Klasyfikacja elektrowni. Kierunki rozwoju elektrowni krajowych. Przemiany energetyczne w elektrowniach ciepłych. Obiegi ciepłe turbin. Sprawności urządzeń energetycznych i elektrowni. Jednostkowe zużycie pary, ciepła i paliwa.

Urządzenia energetyczne w elektrowniach. Instalacje kotłowe i charakterystyki kotłów parowych. Turbiny parowe i ich wyposażenie pomocnicze. Regulacja i zabezpieczenie turbin. Generatory, układy wzbudzenia i chłodzenia. Wyprowadzenie mocy z generatorów do rozdzielni. Układy elektryczne elektrowni i elektrociepłowni oraz ich elementy. Urządzenia potrzeb własnych i ich napędy. Układy zasilania i rezerwowania potrzeb własnych. Nastawnie ciepłe i elektryczne. Regulacja automatyczna procesów w elektrowniach. Elektrociepłownie komunalne i przemysłowe.

Skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepłej w elektrociepłowniach. Elektrownie wodne, zbiornikowe, przepływowe, szczytowo-pompowe. Elektrownie z innymi źródłami energii. Elektrownie jądrowe.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: wszystkie

27. SIECI ELEKTROENERGETYCZNE I

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VII	2 ^e	1	-	-	-
VIII	-	-	2	-	-

Treść wykładu:

Przeznaczenie i wymagania stawiane sieciom elektroenergetycznym. Rodzaje sieci. Modele matematyczne linii przesyłowych, transformatorów i innych elementów sieci. Schematy zastępcze elementów sieci stosowane w praktycznych obliczeniach sieciowych. Modele elektroenergetyczne odbiorników i odbiorców energii elektrycznej. Podstawowe obliczenia sieciowe: rozpływ prądów, spadki napięcia, straty mocy, rozpływ mocy. Równania węzłowe. Macierzowy zapis równań stanu ustalonego. Obliczanie stanów pracy dużych układów sieciowych. Zasady regulacji napięcia i kompensacji mocy biernej w sieciach elektroenergetycznych. Algorytmy obliczeń sieciowych na maszynach cyfrowych. Wybór napięcia i przekroju linii przesyłowych. Zasady planowania i projektowania sieci elektroenergetycznych. Metody ograniczania strat mocy i energii w sieciach elektroenergetycznych.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: wszystkie

28. TEORIA SYSTEMÓW ELEKTROENERGETYCZNYCH

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VIII	2 ^e	1	2	-	-

Treść wykładu:

System energetyczny i elektroenergetyczny. Polski system elektroenergetyczny. Wymagania stawiane pracy systemu. Stany pracy systemu. Charakterystyki elementów systemu. Stabilność pracy systemu przy małych i dużych zakłóceniach. Metody poprawy stabilności systemu. Badanie stabilności dużych systemów. Optymalizacja pracy systemu, sterowanie pracą systemu, regulacja częstotliwości i napięcia, ekonomiczny rozdział obciążeń. Wpływ systemu na człowieka i przyrodę. Zasady planowania rozwoju systemu elektroenergetycznego.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: wszystkie

29. STACJE ELEKTROENERGETYCZNE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VI	2 ^e	-	-	-	-

Treść wykładu:

Schematy główne stacji elektroenergetycznych. Zasady konstruowania rozdzielni napowietrznych, wewnętrznych i komór transformatorowych. Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych stacji. Transformatory w stacjach. Dobór elementów obwodów głównych rozdzielni. Urządzenia pomocnicze stacji. Pomiary, sterowanie i sygnalizacja w stacjach. Uziemienie i ochrona przeciwporażeniowa. Ochrona odgromowa.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA
 Kierunek dyplomowania: wszystkie

30. PODSTAWY OPTYMALIZACJI W ELEKTROENERGETYCE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P	S
VIII	2 ^e	1	-	-	-

Treść wykładu:

Wprowadzenie do metod optymalizacji. Metody optymalizacji statycznej - programowanie liniowe, kwadratowe, gradientowe metody i metody poszukiwań prostych. Metody optymalizacji dynamicznej - programowanie dynamiczne Bellmana, zasada maksimum Pontiagina. Zastosowanie metod optymalizacji w elektroenergetyce do: projektowania linii napowietrznych, kablowych, doboru kondensatorów kompensujących, doborów filtrów LC, optymalizacji obliczeń rozpywu mocy, optymalnej stabilizacji systemu w stanach przejściowych i do planowania rozwoju sieci i systemów elektroenergetycznych.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: wszystkie

31. EKONOMIKA ELEKTROENERGETYCZNA

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P	S
VII	1	1	-	-	-

Treść wykładu:

Zagadnienia ogólne gospodarki elektroenergetycznej. Rozwój wytwarzania i użytkowania energii na świecie i w Polsce. Podstawowe pojęcia z zakresu gospodarki energią. Ogólne zasady prognozowania zapotrzebowania energii i mocy. Kryteria i metody obliczeń gospodarczych w elektroenergetyce. Nakłady inwestycyjne i koszty eksploatacyjne w procesie wytwarzania, przesyłania i użytkowania energii. Całkowite koszty roczne jako kryterium wyboru wariantu. Koszty mocy i energii. Sprawność przesyłu energii. Uwzględnienie czynnika czasu w obliczeniach gospodarczych w elektroenergetyce.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA
 Kierunek dyplomowania: wszystkie

32. JAKOŚĆ I NIEZAWODNOŚĆ DOSTAWY ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P	S
VIII	2	1	-	-	-

Treść wykładu:

Podstawowe parametry jakości energii elektrycznej. Przyczyny, skutki techniczne i ekonomiczne oraz metody poprawy niewłaściwych parametrów jakości energii elektrycznej u jej odbiorców i w urządzeniach przemysłowych: odchylenia i wahania napięcia, odchylenia i wahania częstotliwości, odkształcenia przebiegu napięcia i prądu oraz asymetrii napięć i prądów. Optymalizacja i normalizacja parametrów jakości energii elektrycznej. Ogólne problemy niezawodności dostawy energii elektrycznej do odbiorników. Podstawowe parametry niezawodności dostawy energii elektrycznej. Metody wyznaczania parametrów niezawodnościowych dostawy energii elektrycznej do odbiorników. Metody wyznaczania kosztów strat gospodarczych wywołanych zawodną pracą układów elektroenergetycznych. Metody poprawy niezawodności dostarczania energii elektrycznej.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: wszystkie

33. ZWARCIA I PRZERWY W UKŁADACH ELEKTROENERGETYCZNYCH

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P	S
VII	2 ^e	2	-	-	-

Treść wykładu:

Zwarcia, podział zwarć i częstotliwość ich występowania. Przyczyny powstawania zwarć. Skutki zwarć. Cel obliczeń prądów zwarcio-
wych. Wyznaczanie przebiegów w czasie chwilowych i skutecznych wartości i charakterystycznych parametrów prądów zwarcio-
wych przy zwarcia-
ciach symetrycznych. Metody obliczania prądów zwarcio-
wych niesymetrycznych. Schematy i impedancje elementów układu elektroenergetycznego w układzie składowych symetrycznych. Rozpływ i transformacja
prądów zwarcio-
wych w układzie elektroenergetycznym. Rozpływ prądów
zwarcio-
wych w liniach z przewodami odgromowymi, przepływ prądu
zwarcio-
wego przez ziemię. Wpływ silników asynchronicznych na wartości
prądów zwarcio-
wych. Metody wyznaczania prądu udarowego i zastępczego
prądu cieplnego. Obliczenie prądów zwarć doziemnych w sieciach z izo-
lowanym punktem zerowym. Prądy zwarcio-
we przy zwarcia-
ch niejednocze-
snych i wielokrotnych. Metody ograniczania prądów zwarcio-
wych. Przer-
wy w układach elektroenergetycznych. Wyznaczenie prądów i napięć przy
przerwach pojedynczych i wielokrotnych.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA
Kierunek dyplomowania: wszystkie

34. OCHRONA PRZECIWPZEPięCIOWA SIECI ELEKTROENERGETYCZNYCH

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P	S
IX	2	1	-	-	-

Treść wykładu:

Ochrona linii od bezpośrednich uderzeń piorunów. Wskaźniki odporności burzowej linii. Ochrona stacji od bezpośrednich uderzeń piorunów i od fal wędrownych nadbiegających z linii. Wskaźniki odporności burzowej stacji. Przepięcia przy zwarciać łukowych z ziemią w sieciach o izolowanym punkcie zerowym. Kompensacja ziemnozwarciowa. Przepięcia łączeniowe w sieciach elektroenergetycznych i sposoby ich ograniczania. Wymagania wytrzymałościowe stawiane izolacji urządzeń elektroenergetycznych ze względu na przepięcia piorunowe i łączeniowe. Charakterystyki wytrzymałościowe izolatorów i odstępów izolacyjnych w powietrzu dla uderzeń piorunowych i łączeniowych. Statystyczna koncepcja koordynacji izolacji.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: wszystkie

35. MATERIAŁOZNAWSTWO ELEKTROENERGETYCZNE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P	S
V	2 ^e	-	-	-	-

Treść wykładu:

Materiały przewodzące. Ogólna charakterystyka. Zjawisko przewodnictwa elektrycznego w materiałach przewodzących (ujęcie ilościowe i jakościowe). Wpływ defektów struktury na rezystowność materiałów przewodzących. Klasyfikacja materiałów przewodzących i materiałów przewodowych. Własności elektryczne i mechaniczne metali i stopów stosowanych w produkcji przewodów elektroenergetycznych. Rodzaje przewodów elektroenergetycznych oraz zarys technologii. Zarys technologii łączenia przewodów elektrycznych. Materiały elektroizolacyjne. Struktura dielektryków nieorganicznych i organicznych. Mechanizm polaryzacji dielektryków gazowych, ciekłych i stałych. Przenikalność dielektryczna. Przewodnictwo elektryczne dielektryków. Rezystywność skrośna i powierzchniowa. Stratność dielektryczna. Klasa izolacji. Klasyfikacja materiałów elektroizolacyjnych. Klasyfikacja i właściwości tworzyw organicznych (elastomery, termoplasty, duroplasty) stosowanych w elektroenergetyce. Modyfikacja tworzyw organicznych. Rodzaje i właściwości materiałów nieorganicznych stosowanych w elektroenergetyce (szkło, porcelana). Zarys technologii elementów izolacyjnych. Właściwości dielektryków ciekłych i gazowych, stosowanych w elektroenergetyce (oleje, syciwa, zalewy, powietrze, sześćiofluorek siarki). Podstawowe właściwości i parametry materiałów półprzewodnikowych i magnetycznych.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: wszystkie

38. MASZyny ELEKTRYCZNE W ELEKTROENERGETYCE (OBIERALNY)

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P	S
VII	2	-	-	-	-

Treść wykładu:

Maszyny synchroniczne w systemie elektroenergetycznym. Zjawiska elektromagnetyczne i elektromechaniczne w stanach nieustalonych (zwarcie udarowe symetryczne, niesymetryczne, momenty występujące przy zwarcu udarowym, kołysania własne). Systemy wzbudzania turbogeneratorów. Systemy chłodzenia turbogeneratorów. Obciążalność maszyn synchronicznych. Nowe kierunki w budowie maszyn synchronicznych.

Transformatory w systemie elektroenergetycznym. Rola transformatora w systemie elektroenergetycznym. Transformatory trójzwojeniowe. Regulacja napięcia w transformatorach. Autotransformatory. Regulacja napięcia w autotransformatorach. Nowe kierunki w budowie dużych transformatorów.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: wszystkie

39. UKŁADY NAPĘDOWE W ELEKTROENERGETYCE (OBIERALNY)

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P	S
VII	1	-	1	-	-

Treść wykładu:

Wiadomości ogólne o napędach urządzeń elektroenergetycznych. Elementy układów napędowych: urządzenia napędzane, maszyny napędzające, urządzenia zasilające i sterujące. Zasady doboru napędu. Modele matematyczne elementów układów napędowych w elektrowniach i stacjach elektroenergetycznych. Analiza pracy układów napędowych w stacjach: statycznych i dynamicznych. Przykłady rozwiązań napędów w elektrowniach i stacjach elektroenergetycznych.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA
Kierunek dyplomowania: wszystkie

40. BUDOWY ELEKTROTERMII (OBIERALNY)

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P	S
IX	1	-	1	-	-

Treść wykładu:

Nagrzewanie rezystancyjne pośrednie i bezpośrednie. Nagrzewanie indukcyjne. Nagrzewanie elektrodowe. Termoelektroliza. Nagrzewanie łukowe. Charakterystyki energetyczne urządzeń elektrotermicznych. Zakłócenia energetyczne. Współpraca urządzeń elektrotermicznych z siecią zasilającą. Podstawowe zagadnienia pomiaru i regulacji temperatury w urządzeniach elektrotermicznych.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: wszystkie

41. "PODSTAWY OŚWIETLENIA ELEKTRYCZNEGO" (OBIERALNY)

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P	S
VII	1	-	1	-	-

Treść wykładu:

Podstawy techniki świetlnej. Istota światła, widmo świetlne. Wielkości świetlne, ich określenia i jednostki (strumień świetlny, światłość, luminancja, natężenie oświetlenia). Źródła światła, oprawy oświetleniowe. Podstawowe pojęcia i wielkości, klasyfikacja. Przykłady rozwiązań urządzeń oświetleniowych i tendencje przyszłościowe. Obliczanie strumienia świetlnego i natężenia oświetlenia. Specyficzne cechy lamp wyładowczych jako odbiorników trójfazowej sieci oświetleniowej. Podstawy wykonywania projektów oświetleniowych (dobór źródeł światła i opraw, rozmieszczenie opraw, gospodarcze zasady oświetlenia).

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA
Kierunek dyplomowania: wszystkie

42. ODDZIAŁYWANIE URZĄDZEŃ ELEKTROENERGETYCZNYCH NA ŚRODOWISKO (OBIERALNY)

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P	S
IX	1	1	-	-	-

Treść wykładu:

Zagrożenie rażeniowe skutkiem napięć indukowanych w izolowanych od ziemi elementach metalowych. Oddziaływanie silnych pól elektrycznych na ludzi, zwierzęta i rośliny. Zagrożenie rażeniowe pod wpływem napięć dotyku i kroku przy przepływie prądu zwarciovego przez ziemię. Oddziaływanie obwodów elektroenergetycznych na obwody telekomunikacyjne. Zakłócenia radioelektryczne i szумы akustyczne generowane przez urządzenia elektroenergetyczne. Zagrożenia urazowe, pożarowe i wybuchowe.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: wszystkie

43. TELEMECHANIKA ELEKTROENERGETYCZNA (OBIERALNY)

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VIII	1	1	-	-	-

Treść wykładu:

Podstawowe problemy i modele sterowania układem elektroenergetycznym oraz podział zadań między szczeble dyspozytorskie. Podstawowe pojęcia teorii sterowania i wiadomości z teorii informacji. Problemy optymalnej ilości informacji. Wybrane problemy kodowania informacji. Wybrane wiadomości z telekomunikacji - łącze, tor przesyłowy, szybkość przesyłania informacji, szybkość modulacji. Charakterystyka rodzajów łączy stosowanych w energetyce, parametry sygnału i kanału telekomunikacyjnego. Wybrane zagadnienia techniki cyfrowej, układy cyfrowe kombinacyjne i sekwencyjne. Układy telemetryczne - sumowniki, przetworniki, mierniki, rejestratory, interface. Urządzenia telemechaniki stosowane w krajowym systemie elektroenergetycznym - telemechanika jedno- i dwukierunkowa. Cechy współczesnych urządzeń telemechaniki i kierunki rozwoju, inteligentne systemy telemechaniki, problemy komputerowego sterowania.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: Elektrownie

44. URZĄDZENIA ENERGETYCZNE W ELEKTROWNIACH

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VIII	2	1	-	-	-

Treść wykładu:

Wyposażenie elektrowni. Kompozycja ogólna elektrowni parowych. Wytwarzanie pary: kotły energetyczne i ich typy, układ paliwo-powietrze-spaliny, układy wodno-parowe kotłów. Urządzenia pomocnicze kotłów: układy nawęglania, instalacje młynowe, układy odpopielania kotłów i odpylania spalin.

Turbiny parowe i ich wyposażenie pomocnicze, budowa i klasyfikacja, sprawność turbin. Układy kondensacyjne turbin. Pozostałe elementy układu cieplnego elektrowni parowych. Zaopatrzenie elektrowni w wodę, układy chłodzenia, przygotowanie wody do obiegu kotłowego i chłodzącego.

Turbogeneratory i ich wyposażenie pomocnicze. Urządzenia do wyprowadzenia mocy z generatorów.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: Elektrownie

45. GOSPODARKA ELEKTROENERGETYCZNA W ELEKTROWNIACH

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VIII	1	1	-	-	-

Treść wykładu

Obciążenie elektrowni i sposoby jego przedstawiania. Koszty wytwarzania energii elektrycznej w elektrowniach. Układ i struktura podstawowych składników kosztów wytwarzania. Analiza kosztów wytwarzania i ich planowania. Koszty wytwarzania energii elektrycznej i cieplnej w elektrociepłowniach i metody ich podziału w gospodarce skojarzonej. Wybór wariantów i optymalnych parametrów urządzeń energetycznych na podstawie rachunku ekonomicznego. Gospodarka energetyczna w elektrowniach i elektrociepłowniach, charakterystyki energetyczne i przyrostów względnych kotłów, turbozespołów i bloków energetycznych. Skojarzona gospodarka energetyczna, wykresy zapotrzebowania energii cieplnej. Gospodarka energetyczna w elektrowniach wodnych.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: Elektrownie

46. EKSPLOATACJA ELEKTROWNI

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	l	p	S
IX	2 ^e	1	-	-	-

Treść wykładu

Cele i warunki eksploatacji elektrowni. Organizacja eksploatacji elektrowni. Prowadzenie procesu produkcyjnego, zasady ogólne prowadzenia ruchu urządzeń energetycznych. Zasady użytkowania bloku energetycznego w quasi ustalonym stanie pracy. Użytkowanie bloku energetycznego podczas zakłóceń i awarii, zabezpieczenia technologiczne. Zasady użytkowania bloku podczas planowych stanów nieustalonych, uruchomienia, odstawienie bloku, praca przerywna bloku. Czynniki decydujące o roli elektrowni w systemie elektroenergetycznym. Ekonomiczny rozdział obciążeń między bloki i elektrownie. Gospodarka remontowa w elektrowniach. Niezawodność urządzeń i układów. Dyspozycyjność elektrowni. Statystyka dyspozycyjności i awaryjności. Struktury niezawodnościowe elektrowni. Nowoczesne środki techniczne ułatwiające eksploatację elektrowni. Nastawnie ciepłne i elektryczne. Ocena wyników eksploatacji elektrowni.

Ćwiczenia

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: Elektrownie

47. DZIAŁY WYBRANE Z WYTWARZANIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	l	p	S
IX	2	1	-	-	-

Treść wykładu

Elektrownie jądrowe. Podstawy teoretyczne energetyki jądrowej. Reaktory jądrowe energetyczne, teoria i rozwiązania konstrukcyjne. Układy cieplne elektrowni jądrowych. Układy elektryczne elektrowni jądrowych. Automatyka i sterowanie. Wskaźniki techniczno-ekonomiczne. Perspektywy rozwoju.

Elektrociepłownie przemysłowe i komunalne. Zmiennosc zapotrzebowania mocy cieplnej i elektrycznej. Wskaźniki cieplno-elektryczne. Układy EC przemysłowych i komunalnych. Dobór urządzeń energetycznych. Optymalizacja wytwarzania energii elektrycznej i cieplnej. Zagadnienia techniczno-ekonomiczne układów skojarzonych.

Elektrownie wodne i wiatrowe. Ogólne zasady przemian energii wody i wiatru. Typowe rozwiązania elektrowni wodnych i wiatrowych. Wyposażenie mechaniczno-elektryczne. Hydrogeneratory i prądnice wiatrowe. Układy elektryczne i automatyka. Koszty budowy i eksploatacji, koszty wytwarzania energii. Współpraca elektrowni wodnych i wiatrowych z systemem elektroenergetycznym.

Nowe źródła energii. Elektrownie magneto-hydrodynamiczne, elektrownie słoneczne, elektrownie geotermiczne. Ogniwa paliwowe, generatory termoelektryczne, termoemisyjne, fotoelektryczne, radioizotopowe, reaktory termojądrowe.

Uwaga! Powyższe działy będą wykładane przemiennie, zależnie od zapotrzebowania.

Ćwiczenia

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: Elektrownie

48. ZABEZPIECZENIA I AUTOMATYKA W ELEKTROENERGETYCE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr:	W	Ć	L	p	s
IX	2 ^e	1	2	-	-

Treść wykładu:

Zadania i wymagania stawiane automatyce eliminacyjnej, restytucyjnej i prewencyjnej. Urządzenia dostarczające sygnały wejściowe do części logicznej. Elementy części logicznej automatyki. Układy i kryteria działania zabezpieczeń: nadprądowych-zwłocznych, bezzwłocznych, uzupełniających blokad - kierunkowych i pod napięciowych, zerowo-prądowych, różnicowych wzdłużnych i poprzecznych, porównawczo-fazowych, odległościowych, ziemnozwarciowych. Rozwiązania tych zabezpieczeń dla linii, transformatorów, generatorów, bloków generator-transformator, szyn zbiorczych. Układy odwzbudzenia. Automatyka restytucyjna i prewencyjna: samoczynne załączanie rezerwy, samoczynne częstotliwościowe obciążenie, samoczynne powtórne załączanie, samoczynne urządzenia rozcinające współpracę, samoczynna synchronizacja, regulacja wzbudzenia. Schematy: ideowe, rozwinięte, logiczne, montażowe. Niezawodność działania. Eksploatacja. Tendencje rozwojowe.

Ćwiczenia

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Laboratorium

Zdejmowanie charakterystyk i badanie elementów automatyki oraz badanie i analiza działania układów automatyki na modelu elektrowni i sieci elektroenergetycznej.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: Elektrownie

49. AUTOMATYKA I POMIARY W ELEKTROWNIACH

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	2	-	-	-	-
VIII	3 ^e	-	2	-	-
IX	-	-	3	-	-

Treść wykładu:

S e m e s t r VII

OGÓLNE zasady przeprowadzania pomiarów wielkości cieplnych i chemicznych w elektrowniach. Pomiary ciśnień, przepływów, temperatur, analiza chemiczna wody i spalin. Zasada pracy oraz budowa przyrządów i przetworników pomiarowych. Bilanse energetyczne poszczególnych elementów bloku energetycznego.

S e m e s t r VIII

Opis matematyczny własności regulacyjnych poszczególnych elementów bloku energetycznego. Regulacja następujących parametrów: ciśnienia i temperatury pary, zasilania kotłów wodą, procesu spalania itp. Sterowanie pracą wybranych elementów bloku energetycznego i pracą elektrowni w systemie elektroenergetycznym. Zabezpieczenia technologiczne urządzeń cieplnych w elektrowniach. Aparatura regulacyjna systemu URS i INTELEKTRAN.

Laboratorium

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: Elektrownie

50. UKŁADY I URZĄDZENIA POTRZEB WŁASNYCH ELEKTROWNI

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	3 ^e	-	-	2	-

Treść wykładu

Podstawowe urządzenia potrzeb własnych. Napędy urządzeń potrzeb własnych. Zapotrzebowanie mocy i zużycie energii. Napędy elektryczne i regulacja prędkości obrotowej. Układy kaskadowe. Napędy parowe dla pomp i wentylatorów. Inne rodzaje napędów. Zasilanie potrzeb własnych. Obliczanie i dobór elementów zasilających, wybór napięcia. Schematy rozdzielni potrzeb własnych elektrowni zawodowych, elektrociepłowni komunalnych i przemysłowych. Warunki zwarciove. Rezerwowanie zasilania potrzeb własnych. Cel i zasada samoczynnego załączania rezerwy /SZR/. Praca napędów w stanach przejściowych /rozruch i samorozruch/. Wpływ stanów przejściowych napędów na zabezpieczenia. Przykładowe rozwiązanie układów automatyki SZR. Urządzenia prądu stałego i pomocniczego prądu przemiennego. Blokady technologiczne napędów potrzeb własnych. Sterowanie sekwencyjne, zasady systemu MASTER. Sterowanie i sygnalizacja. Nastawnie cieplne i elektryczne, nastawnie blokowe. Układy wzbudzenia generatorów. Roczne zużycie energii potrzeb własnych elektrowni.

Projektowanie

Tematy prac projektowych obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: Sieci i systemy elektroenergetyczne

51. SIECI ELEKTROENERGETYCZNE II

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	2	-	-	-	-
IX	1 ^e	1	3	-	-

Treść wykładu:

S e m e s t r VIII

Ogólny model matematyczny elementu trójfazowego w stanie ustalonym. Przekształcenia liniowe stosowane w obliczeniach sieciowych i przykłady ich wykorzystania. Równania i modele matematyczne linii wielotorowych. Modele matematyczne transformatorów. Metody obliczania stanów ustalonych dużych układów sieciowych. Obliczanie i projektowanie sieci rejonowych, sieci rozdzielczych miejskich i wiejskich oraz sieci w zakładach przemysłowych.

S e m e s t r IX

Rozszerzenie wiadomości o algorytmach podstawowych obliczeń sieciowych na maszynach cyfrowych. Zdolności przesyłowe linii prądu przemiennego. Linie przesyłowe prądu stałego. Perspektywy przesyłu energii elektrycznej.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: Sieci i systemy elektroenergetyczne

52. ELEKTROENERGETYCZNA AUTOMATYKA ZABEZPIECZENIOWA I SYSTEMOWA

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	3 ^e	1	-	-	-
IX	-	-	2	2	-

Treść wykładu

Zadania i wymagania stawiane automatyce eliminacyjnej, restytucyjnej i prewencyjnej. Urządzenia dostarczające sygnały wejściowe dla części logicznej. Elementy części logicznej automatyki. Układy i kryteria działania zabezpieczeń: nadprądowych-zwłocznych, bez-zwłocznych, uzupełniających blokad kierunkowych i pod napięciowych, zerowo-prądowych, różnicowych, porównawczo-fazowych, odległościowych. Różnice w rozwiązaniu tych zabezpieczeń dla linii, transformatorów, generatorów, szyn zbiorczych. Automatyka restytucyjna i prewencyjna; samoczynne powtórne załączanie, samoczynne załączanie rezerwy, samoczynne częstotliwościowe odciążanie, samoczynne urządzenia rozcinające współpracę. Współpraca automatyki eliminacyjnej i restytucyjnej.

Schematy: ideowe, rozwinięte, logiczne, montażowe. Niezawodność działania. Eksploatacja. Tendencje rozwojowe.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Projektowanie:

Pełny projekt obwodów wtórnych dla jednego pola w projekcie stacji elektroenergetycznej.

Laboratorium:

Badanie i zdejmowanie charakterystyk elementów automatyki oraz badanie i analiza działania automatyki na modelu sieci elektroenergetycznej.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: Sieci i systemy elektroenergetyczne

53. STEROWANIE PRACĄ SYSTEMU ELEKTROENERGETYCZNEGO

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr:	W	Ć	1	p	s
IX	2 ^e	2	1	-	-

Treść wykładu:

Zmienność częstotliwości i napięcia w systemie elektroenergetycznym. Regulacja mocy i częstotliwości w systemie elektroenergetycznym. Ekonomiczny rozdział obciążeń. Systemy regulacji częstotliwości. Regulacja napięcia w systemie elektroenergetycznym. Układy regulacji wzbudzenia. Regulacja i optymalizacja rozdziału mocy biernej. Regulacja przekładni transformatorów. Automatyzacja regulacji napięcia i mocy biernej. Sterowanie pracą systemu za pomocą maszyn cyfrowych.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: Sieci i systemy elektroenergetyczne

54. PROJEKTOWANIE I BUDOWA LINII ELEKTROENERGETYCZNYCH

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	3 ^e	-	-	2	-

Treść wykładu:

Konstrukcja przewodów linii napowietrznych. Straty mocy w liniach napowietrznych. Obliczenia cieplne i mechaniczne przewodów. Dobór izolatorów i odległości w powietrzu między przewodami oraz przewodów względem konstrukcji wsporczych i od ziemi. Podstawy obliczeń mechanicznych słupów oraz posadowień. Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych napowietrznych linii energetycznych krajowych i zagranicznych. Wybór trasy linii oraz rozmieszczenie słupów na profilu trasy linii i dobór ich wysokości. Stawianie słupów. Zawieszanie izolatorów. Naciąganie przewodów. Pomiar i regulacja zwisów. Konstrukcja kabli energetycznych, muf i głowic kablowych. Straty mocy w kablach i sposoby ich ograniczania. Chłodzenie naturalne kabli ułożonych w ziemi i na wolnym powietrzu. Chłodzenie wymuszone wewnętrzne i zewnętrzne kabli. Obliczenia cieplnej zdolności przesyłowej linii kablowych. Wybór typu kabla i trasy przebiegu linii kablowej. Budowa linii kablowych. Perspektywy rozwojowe elektroenergetycznych linii przesyłowych.

Projektowanie:

Projektowanie obejmuje zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: Sieci i systemy elektroenergetyczne

55. INSTALACJE I OŚWIETLENIE ELEKTRYCZNE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	2 ^e	-	-	-	-
VIII	-	-	-	2	-

Treść wykładu

Definicja, podział i podstawowe wymagania stawiane instalacjom. Zasilanie odbiorców nieprzemysłowych i przemysłowych: podział odbiorców ze względu na wymaganą pewność zasilania, układy zasilania, ustalanie obciążeń. Budowa i dobór przekroju przewodów. Zabezpieczanie przewodów. Bezpieczniki nn. Dobór bezpieczników w liniach zasilających i obwodach odbiorczych instalacji siły i światła. Dobór wyzwalaczy elektromagnetycznych i cieplnych. Obliczenia natężenia oświetlenia elektrycznego metodą sprawności i punktową. Rozpraszanie doskonałe światła. Oprawy oświetleniowe. Źródła światła: budowa, sposób wytwarzania promieniowania widzialnego i cechy eksploatacyjne.

Projektowanie

Projekt instalacji siły i światła.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: Sieci i systemy elektroenergetyczne

56. GOSPODARKA I EKSPLOATACJA ELEKTROENERGETYCZNA

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	L	p	s
VIII	1	1	-	-	-

Treść wykładu

Struktura organizacyjna energetyki zawodowej. Zasady współpracy energetyki zawodowej z energetyką przemysłową. Przebieg obciążenia w systemie elektroenergetycznym i jego podstawowe parametry. Koszty eksploatacyjne i całkowite koszty roczne urządzeń i sieci elektroenergetycznych. Straty przesyłu i transformacji mocy i energii elektrycznej oraz ich struktura, koszty i metody planowania. Koszty mocy i energii elektrycznej u odbiorców. Gospodarczo najkorzystniejsze wartości prądu. Gospodarczo najkorzystniejsza liczba punktów transformatorowych i ekonomiczne obciążenie transformatorów. Zasady skojarzonej gospodarki energią u odbiorców. Użytkowanie, obsługiwanie i eksploatacja urządzeń elektroenergetycznych. Informacje eksploatacyjne i zarządzanie eksploatacją sieci elektroenergetycznych. Organizacja rozdziału mocy w systemie i w sieciach elektroenergetycznych. Lokalizacja i usuwanie uszkodzeń w sieciach elektroenergetycznych. Sposoby oszczędzania energii elektrycznej i kształtowanie obciążeń u odbiorców energii elektrycznej.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: Elektroenergetyka przemysłowa

57. ELEKTRYFIKACJA ZAKŁADÓW PRZEMYSŁOWYCH

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	2 ^e	2	-	-	-

Treść wykładu:

Ogólne zasady elektryfikacji zakładów przemysłowych. Charakterystyka obciążeń zakładów przemysłowych. Metody obliczania zapotrzebowania mocy i energii elektrycznej przez zakłady przemysłowe. Charakterystyka układów zasilających zakłady przemysłowe oraz techniczno-ekonomiczne kryteria ich projektowania. Wybór napięcia i przekroju przewodów linii zasilającej oraz liczby i mocy transformatorów głównego punktu zasilającego /GPZ/. Wybór optymalnej lokalizacji GPZ. Dobór liczby i mocy oraz lokalizacji oddziałowych stacji elektroenergetycznych. Wybór napięcia oraz przekroju przewodów i kabli rozdzielczych sieci wewnątrzzakładowych wysokiego i niskiego napięcia. Zasady pracy punktu zerowego źródeł zasilania sieci wewnątrzzakładowych. Optymalizacja układów zasilania zakładów przemysłowych w warunkach ograniczonej informacji statystycznej.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: Elektroenergetyka przemysłowa

58. PRZEMYSŁOWE SIECI I URZĄDZENIA ELEKTROENERGETYCZNE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	2	-	-	-	-
VIII	-	-	-	2	-

Treść wykładu

Charakterystyka urządzeń, przewodów i kabli w rozdzielczych sieciach zakładów przemysłowych. Szyny i szynoprzewody w układach sieci przemysłowych. Dopuszczalne obciążenia w warunkach normalnych i awaryjnych elementów przemysłowych sieci elektroenergetycznych oraz dobór parametrów znamionowych urządzeń elektroenergetycznych w sieciach przemysłowych. Charakterystyka przemysłowych odbiorników energii elektrycznej oraz zasady ich doboru i instalowania. Elektroenergetyczne urządzenia instalacyjne /łączniki, bezpieczniki, rozdzielnie, osprzęt instalacyjny, przewody i kable/. Systemy ochrony przeciwporażeniowej w sieciach zakładów przemysłowych.

Projektowanie:

Zajęcia projektowe obejmują wykonanie projektu związanego z tematyką wykładów.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: Elektroenergetyka przemysłowa

59. GOSPODARKA I EKSPLOATACJA ELEKTROENERGETYCZNA. W PRZEMYŚLE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	2 ^e	1	2	-	-

Treść wykładu:

Organizacja elektroenergetyki w przemyśle i zasady współpracy energetyki zawodowej z energetyką przemysłową. Przebieg obciążenia w systemie elektroenergetycznym i kształtowanie przebiegu obciążenia w zakładzie przemysłowym. Straty przesyłu i transformacji energii elektrycznej w sieciach zakładów przemysłowych oraz metody ich ograniczania. Koszty energii i mocy elektrycznej w zakładach przemysłowych. Koszty eksploatacyjne sieci przemysłowych. Gospodarczo najkorzystniejsza gęstość prądu. Ekonomiczne obciążenia transformatorów.

Metody oszczędzania energii w przemyśle. Moc bierna. Wpływ współczynnika mocy na warunki pracy sieci przemysłowej i elektroenergetycznych układów zasilających zakłady przemysłowe. Kompensacja mocy biernej. Podstawy skojarzonej gospodarki energetycznej w zakładach przemysłowych. Podstawowe pojęcia eksploatacyjne. Użytkowanie, obsługiwanie i eksploatacja urządzeń elektroenergetycznych w zakładach przemysłowych. Informacje eksploatacyjne i zarządzanie eksploatacją. Zagadnienia organizacji poprawy zasilania odbiorników energii elektrycznej w zakładach przemysłowych.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: Elektroenergetyka przemysłowa

60. ZABEZPIECZENIA I STEROWANIE PRZEMYSŁOWYCH UKŁADÓW ELEKTROENERGETYCZNYCH

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	1	p	s
VIII	2	-	-	-	-
IX	1 ^e	1	3	-	-

Treść wykładu:

S e m e s t r VIII

Układ elektroenergetyczny zakładu przemysłowego /u.e.z.p/ jako obiekt sterowania. Funkcja celu. Sterowanie u.e.z.p podczas trwania zakłócenia: elementy zabezpieczeń, zabezpieczenie linii, transformatorów, odbiorników, układy bezprzerwowego zasilania. Sterowanie u.e.z.p po awarii: automatyka SZR, SPZ odbiorników.

S e m e s t r IX

Sterowanie u.e.z.p podczas normalnej pracy: regulacja napięcia i mocy biernej. Symetryzacja napięć zasilających, ograniczenie zniekształcenia napięcia zasilającego. Sterowanie u.e.z.p w warunkach deficytu mocy w systemie elektroenergetycznym.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: Elektroenergetyka przemysłowa

61. OŚWIETLENIE I SIECI OŚWIETLENIOWE W PRZEMYSŁE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	2	-	-	-	-
IX	-	1	1	-	-

Treść wykładu:

Podstawowe wielkości świetlne: strumień świetlny, światłość, luminancja, natężenie oświetlenia. Metody obliczania natężenia oświetlenia we wnętrzach. Podstawowe źródła światła. Podstawowe rozwiązania sieci wewnętrzzakładowych wysokiego napięcia. Rozwiązania sieci oświetleniowych, typowe rozwiązanie GSZ i SO pod kątem zasilania oświetlenia. Oświetlenie podstawowe i rezerwowe. Sposoby zasilanie oświetlenia rezerwowego. Specyficzne cechy lamp fluoro-scencyjnych i wyładowczych jako odbiorników trójfazowej sieci oświetleniowej. Dobór przewodów i aparatury w przemysłowej instalacji oświetleniowej. Zasady regulacji strumienia świetlnego w sieciach oświetleniowych.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: ELEKTROENERGETYKA

Kierunek dyplomowania: Elektroenergetyka przemysłowa

62. PRZEMYSŁOWE URZĄDZENIA ENERGOELEKTRONICZNE I NAPĘDOWE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	2 ^e	-	2	3	-

Treść wykładu:

Przegląd i zasada działania sterowanych prostowników tyrystorowych. Przegląd i zasada działania jednofazowych falowników tyrystorowych. Przegląd i zasada działania trójfazowych falowników tyrystorowych. Przegląd układów napędowych z zastosowaniem tyrystorowych prostowników i falowników. Przegląd innych zastosowań przemysłowych przekształtników tyrystorowych. Wybrane wiadomości z dziedziny sterowania tyrystorowych układów napędowych.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Projektowanie:

Zajęcia projektowe obejmują wykonanie projektu związanego z tematyką wykładów.

Specjalność: MASZYNY I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: wszystkie

26. MATERIAŁOZNAWSTWO ELEKTROTECHNICZNE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	l	p	s
V	2 ^e	-	-	-	-
VI	-	-	2	-	-

Treść wykładu

Podstawy nauki o materiałach. Struktury materiałów. Ogólne właściwości materiałów. Znaczenie materiałów w budowie maszyn i urządzeń elektrycznych. Materiały izolacyjne; podstawowe zjawiska, parametry i charakterystyki. Procesy starzeniowe; cieplne, elektryczne, chemiczne, metodyka badań. Prognozowanie czasu życia izolacji. Dielektryki lotne. Dielektryki ciekłe; oleje mineralne i syntetyczne. Dielektryki stałe; naturalne i syntetyczne. Materiały ceramiczne. Nowe materiały izolacyjne. Perspektywy rozwojowe. Materiały magnetyczne; Podstawowe zjawiska, parametry i charakterystyki. Klasyfikacja materiałów magnetycznych. Zarys technologii wytwarzania. Żelazo technicznie czyste, blachy prądnicowe i transformatorowe, stopy magnetyczne. Materiały magnetyczne twarde. Materiały przewodzące i półprzewodnikowe. Klasyfikacja, podstawowe właściwości i parametry materiałów przewodzących. Materiały przewodowe; charakterystyki i parametry. Materiały stykowe. Materiały nadprzewodzące. Właściwości charakterystyki i parametry materiałów półprzewodnikowych. Perspektywy rozwojowe.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: wszystkie

27. TEORIA MASZYN ELEKTRYCZNYCH II

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VI	3 ^e	-	-	-	-
VII	-	-	3	-	-

Treść wykładu:

Transformatory: Obciążenia niesymetryczne w różnych układach połączeń. Efekty niesymetrii przekładni. Regulacja napięcia transformatorów i autotransformatorów oraz układy regulacyjne. Magnesowanie rdzeni symetrycznych. Stany nieustalone włączenia i zwarcia i ich konsekwencje. Transformator trójzwojeniowy. Maszyny elektryczne wirujące: Stany nieustalone w maszynach synchronicznych: zwarcia udarowe symetryczne, zwarcia niesymetryczne, momenty podczas zwarcia udarowego, kołysania własne i wymuszone. Reaktancje i stałe czasowe stanu nieustalonego. Przekształcenie liniowe w teorii maszyn elektrycznych. Równania Parka-Goriewa. Modele matematyczne maszyn synchronicznych i asynchronicznych. Stany nieustalone w maszynach prądu stałego.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładów.

Specjalność: MASZYNY I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: wszystkie

28. ELEKTROMASZYNOWE ELEMENTY AUTOMATYKI

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	2 ^e	-	-	-	-
VIII	-	-	2	-	-

Treść wykładu:

Klasyfikacja i przykłady zastosowań elektromaszynowych elementów automatyki. Równania uogólnione wyidealizowanej 4-uzwojeniowej maszyny. Zasada działania, wymagania i charakterystyki silników wykonawczych: indukcyjnych, synchronicznych, skokowych komutatorowych prądu stałego i przemiennego oraz liniowych; przetworników położenia /selsyny, magnesy/, przetworników prędkości i przyspieszenia, generatorów funkcyjnych /transformatory położenia kątownego, potencjometry/, wzmacniacze maszynowych i magnetycznych. Zakłócenia radioelektryczne i niezawodność EMEA.

Laboratorium EEA

Program laboratorium obejmuje:

- Badanie łączy selsynowych
- Badanie dwufazowych silników wykonawczych
- Silniki indukcyjne liniowe
- Badanie transformatora położenia kątownego
- Badanie silnika synchronicznego reluktancyjnego
- Badanie amplidy i wzmacniacza magnetycznego

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: wszystkie

29. WYSOKONAPIĘCIOWE UKŁADY IZOLACYJNE I TECHNIKA PROBIERCZA

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	2	-	-	-	-
IX	e	-	3	-	-

Treść wykładu:

Koncepcja wyboru napięć probierczych. Statystyczna i deterministyczna koncepcja koordynacji izolacji. Wymagania stawiane układom probierczym i pomiarowym. Uzupełniające wiadomości z techniki probierczej. Metody wyznaczania napięć przebicia i przeskoku. Zasady opracowania wyników pomiaru. Materiały stosowane w technice izolacyjnej. Izolacja kondensatorów i jej badanie. Izolatory przepustowe typu kondensatorowego. Konstrukcja i technologia kabli wysokiego napięcia. Urządzenia napełnione SF_6 . Izolacja transformatorów energetycznych i jej badanie. Izolacja porcelanowa. Izolacja maszyn wirujących. Zarys prób diagnostycznych izolacji urządzeń wysokiego napięcia.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: wszystkie

30. BUDOWA I EKSPLOATACJA ŁĄCZNIKÓW

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VI	2	-	-	-	-
VII	2 ^e	-	-	-	-
VIII	-	-	3	-	-

Treść wykładu:

Zespoły łącznika. Kryteria podziału na zespoły /funkcjonalne, konstrukcyjne, technologiczne, eksploatacyjne/. Budowa zespołów łączników. Podstawy fizyczne, realizacja techniczna /możliwości i ograniczenia konstrukcyjne, materiałowe, technologiczne/, analiza i wybór metod gaszeniowych, torów prądowych, układów napędowych, zespołów pomocniczych /wyzwalaczy, łączników pomocniczych, wskaźników itp/, obudów. Synteza w oparciu o analizę współpracy zespołów i wymagania stawiane wyłącznikom, stycznikom, rozłącznikom ręcznym oraz zestawom. Podstawowe rozwiązania konstrukcyjne łączników, mikrołączników, przekaźników. Parametry znamionowe na tle warunków obwodowych i środowiskowych. Eksploatacja łączników. Programowanie eksploatacji /diagnostyka, profilaktyka, odnowa/ dobór do specjalnych warunków pracy. Prognozowanie parametrów eksploatacyjnych /napieć, prądów roboczych i zwarciowych itp/, wykorzystanie nowych zjawisk fizycznych, technologii i rozwiązań konstrukcyjnych.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: wszystkie

31. ELEKTRODYNAMIKA TECHNICZNA

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	2 ^e	-	-	2	-

Treść wykładu:

Podstawowe równania elektrodynamiki. Warunki graniczne. Metody numeryczne: różnicowe, elementów skończonych, równań całkowych, wariacyjne /Ritza, Kantorowicza, Galerkina i in./. Metoda rozdzielania zmiennych. Metody linearyzacji środowisk nieliniowych. Obudowy i ekrany urządzeń elektromagnetycznych. Pola wymuszające maszyn i urządzeń elektrycznych. Obliczanie parametrów matematycznego modelu macierzowego maszyn i aparatów elektrycznych. Masywne wirniki turbogeneratorów, silników liniowych i mikromaszyn elektrycznych. Zagadnienia strefy końcowej wirnika turbogeneratorsa. Obliczanie strat rozproszeniowych i sił elektrodynamicznych w maszynach, transformatorach i elementach aparatów. Uzwojenie foliowe. Zastosowanie teorii modelowania i teorii podobieństwa. Obliczanie i przewidywanie lokalnych przegrzań. Obwody magnetyczne ze zmienną szczeliną. Elektrodynamika plazmy i nadprzewodników. Elementy magnetohydrodynamiki i magnetogazodynamiki. Nieustalone przebiegi elektromagnetyczne i efekty procesów łączeniowych. Metody pomiarów.

Projektowanie:

Zastosowanie równań Maxwella i rachunku wektorowego do formułowania równań elektrodynamiki i rozwiązywania zagadnień brzegowych. Zastosowanie metod klasycznych: do obliczania rezystancji i reaktancji

głębokiego żłobka i szyn - do obliczania pola i strat w masywnym jarzmie maszyny prądu stałego o sterowaniu tyrystorowym. Masywny wirnik i walec stalowy. Rozruszniki wiroprądowe. Pole w szczelinie i na krawędzi maszyny elektrycznej. Numeryczne rozwiązywanie układów elektromagnetycznych i węzłów konstrukcyjnych metodą różnic skończonych, elementów skończonych i analityczno-numeryczną.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: wszystkie

32. BUDOWA I EKSPLOATACJA UKŁADÓW PRZEKSZTAŁTNIKOWYCH

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	2	-	-	-	-
IX	-	-	-	2	-

Treść wykładu:

Określenie znamion układu, dopuszczalnej przeciążalności, zawartości harmonicznych w prądzie sieciowym, zawartość harmonicznych w napięciu wyjściowym, dobór indukcyjności dławików gładzących. Dobór zaworów. Łączenie szeregowo i równoległe zaworów sterowanych i niesterowanych. Wymuszanie prawidłowego rozkładu napięć oraz rozplywu prądów. Zabezpieczenia oraz ochrona zaworów. Dobór układu z komutacją naturalną w zależności od mocy oraz napięć znamionowych. Praca równoległa układów; obliczanie i projektowanie dławików kojarzących. Obliczanie i projektowanie dławików gładzących.

Obliczanie i projektowanie poszczególnych elementów układów napędowych z komutacją naturalną obejmującą: układ nawrotny prądu stałego z prądem obwodowym i bez prądu obwodowego, obliczanie dławików ograniczających. Układ kaskadowy z silnikiem pierścieniowym. Układ z maszyną synchroniczną z regulacją prędkości jednokierunkową i nawrotną. System silnika przekształtnikowego oraz system sztywny. Projektowanie i eksploatacja układów do zasilania wielkiej elektrolizy. Obliczanie wybranego układu o komutacji wymuszonej - regulator /chopper/ prądu stałego. Eksploatacja chopperów w trakcji elektrycznej. Wytyczne układów impulsujących tyrystory w poszczególnych rozwiązaniach. Stany awaryjne i zjawiska występujące w tych stanach.

Projektowanie

Projektowanie urządzeń i elementów omawianych w wykładzie.

Specjalność: Maszyny i Urządzenia Elektryczne

Kierunek dyplomowania: wszystkie

33. NIEZAWODNOŚĆ URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	2 ^e	-	-	-	-
IX	-	-	2	-	-

Treść wykładu:

Pojęcie uszkodzenia /niesprawności/. Klasyfikacja uszkodzeń. Pojęcie niezawodności. Stany zdatności i niezdatności. Wskaźniki niezawodności /zdatności, trwałości, naprawialności i przechowywalności/ dla urządzeń nienaprawialnych i naprawialnych. Przykłady wskaźników najczęściej używanych.

Proces powstawania uszkodzeń. Impulsowe, kumulacyjne i relaksacyjne oddziaływanie obciążenia. Statystyczne rozkłady uszkodzeń /wykładniczy gamma, Weibulla, asomptotyczny wartości ekstremalnych, potęgowy, normalny, Johnsona, uszkodzeń relaksacyjnych/. Oszacowywanie parametrów rozkładów statystycznych. Estymatory punktowe i przedziały ufności. Przedziały tolerancji statystycznej. Dobór modelu statystycznego do opisu niezawodności urządzenia elektrycznego. Testy zgodności: chi-kwadrat, Kołmogorowa, omega - kwadrat, Cochrańa, Hartleya.

Urządzenie elektryczne jako system. Systemy o strukturze niezawodnościowej szeregowej i równoległej. Funkcja naprawialności /odnowy/. Problem zapasu części zamiennych.

Metody badań niezawodnościowych. Badania rozpoznawcze i określające. Badania kontrolne. Planowanie badań niezawodnościowych /wybór liczebności próbki, postępowanie, ocena wyników badań/.

Metody badań przyspieszonych. Badania skrócone i przy forsownym obciążeniu.

Statystyczne metody badań kontrolnych urządzeń gotowych i w toku produkcji. Badania przy ocenie alternatywnej i liczbowej, badania jedno-, wielostopniowe i sekwencyjne. Znormalizowane statystyczne metody badań jakości urządzeń elektrycznych. Przykłady opracowania zagadnienia niezawodności dla wybranych urządzeń /transformator, maszyna elektryczna, łącznik/.

Laboratorium:

Tematyka laboratorium obejmuje n.w. zagadnienia rozwiązywane za pomocą minikomputerów.

Opracowanie zagadnienia niezawodności naprawialnego urządzenia elektrycznego /dobór modelu statystycznego, oszacowanie parametrów rozkładu, obliczanie wskaźników niezawodności itp./.

Opracowanie zagadnienia niezawodności naprawialnego urządzenia elektrycznego /dobór modeli statystycznych, oszacowanie parametrów, obliczanie wskaźników niezawodności, wyznaczanie zapasu części zamiennych itp./.

Opracowanie planów badania niezawodności urządzenia elektrycznego /wyznaczanie liczebności próbki, postępowania, oceny wyników itp./. Opracowanie planów badania jakości urządzeń elektrycznych /wybór planu, obliczanie parametrów planu, postępowanie, ocena wyników itp./.

Opracowanie zagadnienia niezawodności wybranego urządzenia elektrycznego /model, wskaźniki, prognoza niezawodności, badania i ocena/.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: wszystkie

34. ZAUTOMATYZOWANE UKŁADY NAPĘDOWE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	2	-	1	-	-

Treść wykładu:

Dynamika układów napędowych. Charakterystyki hamowania układów z silnikami prądu stałego i przemiennego. Regulacja prędkości układów otwartych z silnikami prądu stałego i przemiennego. Charakterystyki mechaniczne układów napędowych zamkniętych ze sprzężeniami: prądowym, napięciowym i prędkościowym. Zakres regulacji układów napędowych. Tyristorowe układy prądu stałego. Transmisyje elementów wchodzących w skład zautomatyzowanych układów napędowych. Budowa schematów blokowych układów napędowych. Sterowanie stycznikowo-przełącznikowe w układach napędowych. Dobór silników elektrycznych do urządzeń napędzanych.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: wszystkie

37. METODOLOGIA PROJEKTOWANIA OBIEKTYW

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	2	-	-	-	-

Treść wykładu:

Proces projektowania i konstruowania. Nauka a inżynieria. Projektowanie ewolucyjne. Projektowanie innowacyjne. Projektowanie w ujęciu systemowym. Cykl wytwórczo-konsumpcyjny. Ekosystem. Projektowanie a środowisko.

Morfologia projektowania. Badanie wykonalności. Projektowanie wstępne. Projektowanie szczegółowe. Planowanie procesu produkcyjnego. Planowanie dystrybucji. Planowanie użytkowania. Planowanie wycofania wytworu.

Proces projektowania. Formułowanie problemu. Analiza problemu. Poszukiwanie alternatywnych rozwiązań. Decyzja wyboru rozwiązania.

Dokumentacja.

Metody zwiększające twórcze możliwości poszukiwania koncepcji.

Metody systematyczne. Metody losowe. Problem zespołu do rozwiązywania problemu. Analiza wartości w projektowaniu. Istota analizy wartości. Proces projektowania metody analizy wartości.

Konstruowanie. Kryteria konstrukcyjne. Zasady optymalizacji: obciążenia wytrzymałości, stabilności i stosunków wielkości związanych.

Zapis konstrukcji: graficzny i wymiarowy. Zapis skomputeryzowany. Projektowanie i konstruowanie wspomagane modelem. Projektowanie i konstruowanie wspomagane komputerem.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: wszystkie

38. MECHANIKA PRECYZYJNA I TECHNOLOGIA OBIERALNY

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	2	-	-	-	-

Treść wykładu:

Wiadomości podstawowe. Tolerancje i pasowania. Chropowatość powierzchni. Pokrycia powierzchni. Materiały /metale i niemetale/. Połączenia klejone, lutowanie, zgrzewanie, nitowanie. Połączenia wtlaczone. Połączenia gwintowe. Łożyska ślizgowe, toczone, nożowe. Sprężyny spiralne, śrubowe, proste. Zawieszaki. Elementy termobimetalowe. Kształtowanie bezwirowe elementów. Odlewanie. Elementy tłoczone. Wypraski. Podzespoły elektromechaniczne. Połączenia elektryczne. Obwody drukowane. Przekładnie zębate i paskowe.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: wszystkie

39. TECHNOLOGIA BUDOWY MASZYN I URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH (OBIERALNY)

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	2	-	-	-	-

Treść wykładu:

Proces technologiczny. Wybór. Kolejność czynności. Dokumentacja. Podział procesu i czasu technologicznego. Dokładność i chropowatość. Wybór obrabiarek. Odlewanie. Sposoby odlewania /formowania/. Uzyskiwana dokładność. Tłoczenie, wykrawanie, gięcie, ciągnięcie. Tłoczники budowy otwartej i zamkniętej. Wykrojniki wielotaktowe. Wykrojniki uproszczone. Wykorzystanie materiału. Obróbka, skrawanie. Teoria skrawania. Obróbka wałków, otworów, płaszczyzn i gwintów. Spawanie, zgrzewanie, lakierowanie, klejenie. Rodzaje spawania i zgrzewania. Naprężanie i odkształcenie spawalnicze. Lutowanie, klejenie. Obróbka erozyjna. Obróbka elektroiskrowa, elektroimpulsowa, elektrolityczna, elektrochemiczna, anodowo-mechaniczna, elektronowa, /jonowa /plazmowa/, fotonowa /laserowa/. Wytwarzanie elementów elektroizolacyjnych z tłoczyn /termoutwardzalnych i termoplastycznych/.
Montaż. Zasady i organizacja.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: wszystkie

40. ANALOGOWE I CYFROWE ELEMENTY AUTOMATYKI (OBIERALNY)

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	1	p	s
VIII	2	-	-	-	-
IX	-	-	2	-	-

Treść wykładu:

Algebra Boole'a. Zapis funkcji logicznych. Funktory logiczne. Opis logiczny przerzutników RS, JK, T, D. Techniki realizacji elementów logicznych: RTL, DTL, TTL; Kodowanie sygnałów; Synteza typowych członów układów cyfrowych: rejestratory, liczniki pamięci, multipleksery cyfrowe; Wzmacniacz operacyjny - podstawowe parametry, schemat zastępczy; Realizacja wzmacniacza napięciowego, prądowego, transrezystancyjnego, transkonduktacyjnego; Łączniki sygnałów analogowych, multipleksery analogowe; Komparatory i przełączniki; Wzmacniacze różnicowe i instrumentacyjne; Integratory i układy różniczkujące; Układy o działaniu impulsowym.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: wszystkie

41. DYNAMIKA I DRGANIA MASZYN I URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH (OBIERALNY)

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	2	-	-	-	-

Treść wykładu:

Zjawisko magnetostrykcji. Drgania rdzeni transformatorów. Drgania uzwojeń transformatorów podczas zwarćcia udarowego. Drgania mechaniczne maszyn elektrycznych: siły wymuszające drgania, rzędy i częstotliwości drgań. Sposoby zmniejszenia drgań maszyn elektrycznych i transformatorów.

Wiadomości wstępne. Zjawiska dynamiczne. Opis matematyczny. Klasyfikacja układów drgających. Tworzenie modelu dynamicznego maszyny lub konstrukcji. Parametry dynamiczne maszyny lub konstrukcji. Drgania układów liniowych o 1-szt. swobody bez tłumienia, z tłumieniem, swobodne, wymuszone. Reakcja dynamiczna przenoszona na podłoże. Izolacja drgań. Drgania układów o skończonej liczbie stopni swobody.

Dynamika maszyn energetycznych. Prędkości krytyczne i drgania maszyn wirnikowych. Drgania jednowymiarowych układów ciągłych. Metody przybliżone wyznaczania parametrów drgań: metoda Rayleigha i metody komputerowe. Izolacja drgań maszyn wirnikowych. Eliminacja sił wymuszających.

Dynamika i mechanika układów łącznikowych. Analiza dynamiczna układów łącznikowych. Drgania uderzeniowe, parametry dynamiczne decydujące o pracy urządzeń. Wpływ kinematyki napędu na dynamikę i drgania łączników. Metody wyznaczania i doboru parametrów kinematycznych. Eliminacje i ograniczenia drgań układów łącznikowych.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: wszystkie

42. PRZEKŁADNIKI (OBIERALNY)

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	2	-	-	-	-
VIII	-	-	2	-	-

Treść wykładu:

Idealny przekładnik prądowy, model matematyczny, główne stany pracy przekładnika. Wpływ rdzenia ferromagnetycznego, składowe prądu żałowego i ich obliczanie.

Praca p.p. w warunkach znamionowych. Wykres wskazowy, najważniejsze równania, błędy p.p. charakterystyki i klasy p.p. Zasady projektowania, zmniejszania błędów.

Praca p.p. w warunkach przetężeniowych. Liczba przetężeniowa, wartość skuteczna, średnia i maksymalna prądu wtórnego, pierwsza harmoniczna i_2 , funkcje transformacji, liczba nasyceniowa.

Praca przekładnika pr. w stanach przejściowych. Wpływ pierwotnego procesu przejściowego i paramaterów przekładnika na jego własności, współpraca z szybkimi zabezpieczeniami, praca w cyklu SPZ, linearyzacja obwodu magnetycznego. Praca przekładnika przy otwartym obwodzie wtórnym, zjawiska przebiegiowe, kontrola izolacji poprzecznej. Przekładniki prądowe specjalne, praca p.p. w warunkach nietypowych. Przekładniki napięciowe, idealny przekładnik, błędy, klasy, schematy i grupy połączeń. Główne stany pracy p.n., konstrukcja współczesnych p.n., przekładniki kaskadowe i pojemnościowe.

Przekładniki transduktorowe, zasada działania, błędy, transduktory prądowe i napięciowe. Transreaktorowe i halotronowe przekładniki. Zasada działania, błędy, charakterystyki, układy kompensacyjne.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: wszystkie

43. PROCESY DEGRADACJI UKŁADÓW IZOLACYJNYCH (OBIERALNY)

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	2	-	-	-	-
IX	-	-	2	-	-

Treść wykładu:

Polaryzacja dielektryków: elektronowa, jonowa, dipolowa, makroskopowa. Zależność polaryzacji od temperatury. Wypadkowa przenikalność ϵ_w i wypadkowy $\tan \delta$: izolacji papierowej impregnowanej, izolacji uwarstwionej papier impregnowany-dielektryk syntetyczny. Starzenie cieplne dielektryków: izolacja celulozowa, izolacja syntetyczna. Działy wybrane z dziedziny wyładowań niezupełnych w dielektrykach: wprowadzenie podstawowe zależności i rodzaje wyładowań niezupełnych, schematy zastępcze dielektryku, wyładowania ślizgowe, wpływ grubości dielektryku na naprężenie początkowe wyładowań wewnętrznych i powierzchniowych, analiza wskaźników intensywności i wyładowań niezupełnych.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: wszystkie

44. TRANSFORMATORY DUŻYCH MOCY (OBIERALNY)

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	2	-	-	-	-

Treść wykładu:

Wiadomości wstępne. Znamionowe napięcia i prądy transformatorów energetycznych blokowych i sprzęgających. Moce graniczne. Rozwiązania trójfazowe i zespoły jednofazowe. Zakresy regulacji napięcia. Obwody magnetyczne. Rdzenie jednofazowe o różnych rozwiązaniach. Rdzenie trójfazowe. Zjawiska magnetyczne w różnych rodzajach rdzeni. Efekty przewzbudzenia.

Obwody elektryczne. Uzwojenia wielkoprądowe /DN/ i ich wyprowadzenia i przepusty. Rozpływ prądów i straty rozproszeniowe tych uzwojeń. Ekranowanie i kanalizowanie strumienia rozproszenia w wielkich jednostkach. Rozwiązania uzwojeń GN. Rozwiązanie uzwojeń regulacyjnych. Systemy regulacji napięcia.

Rozwiązania wielkich autotransformatorów sprzęgających. Problematyka nagrzewania i chłodzenia w stanach nieustalonych. Transformatory do zasilania pieców łukowych wielkich mocy.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: wszystkie

45. PRZEŁĄCZNIKI ZACZEPÓW I KOMUTATORY (OBIERALNY)

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	2	-	-	-	-

Treść wykładu:

Regulacja zaczepowa przekładni transformatora. Uzwojenia regulacyjne, prądy i napięcia zaczepowe. Poziomy izolacji urządzeń przełączających. Sposoby rozwiązywania przełączników zaczepów oporowych i dławikowych. Rozwiązania wybieraków i przerywaczy. Praca przełącznika oporowego w warunkach normalnych oraz w stanach przeciążenia i zwarciovych.

Zjawiska awaryjne. Przełączniki w punkcie zerowym i przełączniki fazowe. Przełączniki dokonujące zmiany zwrotu uzwojeń. Przełączniki z zastosowaniem łączników półprzewodnikowych. Komutatory maszyn wirujących. Szczotki. Przebieg komutacji idealnej przyspieszonej i opóźnionej . Iskrzenie.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Transformatory

46. BUDOWA I TECHNOLOGIA TRANSFORMATORÓW

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	4 ^e	2	-	-	-

Treść wykładu:

Warunki pracy transformatorów, przepisy i normy. Prawo wzrostu wielkości. Budowa i technologia rdzeni. Materiały nawojowe, budowa i technologia uzwojeń. Techniczne rozwiązanie układu izolacyjnego, wymagania stawiane izolacji. Suszenie i wpływ różnych czynników na starzenie się izolacji. Konfiguracja strumienia rozproszenia, obliczanie impedancji zwarcia w różnych skomplikowanych przypadkach. Dodatkowe straty obciążeniowe. Nagrzewanie i chłodzenie elementów transformatorowych. Zjawiska dynamiczne przy zwarcia. Obliczanie sił zwarciovych. Prąd włączania transformatorów. Regulacja napięcia transformatorów, przełączniki zaczepów, systemy regulacji, wpływ na napięcie zwarcia. Transformatory 3-uzwojeniowe. Ograniczenia gabarytowe i transport transformatorów.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Transformatory

47. BADANIE I EKSPLOATACJA TRANSFORMATORÓW

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	2 ^e	-	2	-	-

Treść wykładu:

- Cel prowadzenia próby i ich istota. Próby, pomiary i badania w dziedzinie transformatorów. Badania międzyoperacyjne, próby wyrobu, próby typu, badania prototypowe i specjalne. Normy związane
- Pomiary wstępne transformatorów: rezystancja, przekładnia, grupa połączeń. Stosowana aparatura pomiarowa. Analiza wyników.
- Próba ~~stanu~~ zwarcia. Pomiar napięcia zwarcia i strat obciążeniowych. Analiza wyników. Wykrywanie błędów wykonawczych uzwojeń. Wpływ temperatury, częstotliwości i kształtu napięcia zasilającego. Przeliczanie wyników. Pomiar impedancji dla składowej zerowej prądu. Próby autotransformatorów i transformatorów trójzwojeniowych.
- Próba stanu jałowego. Prąd jałowy, straty jałowe, wpływ częstotliwości i kształtu napięcia na wyniki. Wykrywanie błędów wykonawczych i uszkodzeń uzwojeń i rdzenia. Zlokalizowane jałowe straty dodatkowe. Specyficzne zjawiska powodowane przez niesymetrię obwodu magnetycznego.
- Próba cieplna. Stosowane metody, zakres ich przydatności, zalety i wady. Pomiary temperatury metodami termometrycznymi, elektrycznymi, termowizyjnymi. Pomiar ciągły temperatury średniej uzwojeń przez nakładanie prądu stałego. Czas trwania próby, stałe czasowe. Analiza wyników, przeliczanie ich na odmienne warunki. Zależność współczynników przejmowania ciepła od poszczególnych czynników fizycznych podczas próby.
- Próby i pomiary dielektryczne.

- Próba dynamiczna: urządzenia, sposób prowadzenia próby. Detekcja uszkodzeń. Metoda obniżonych uderzeń powtarzalnych /napięciowych/.
- Badanie modelowe - przegląd encyklopedyczny.
- Specyficzne elementy prób w przypadku maszyn wirujących: a/ pomiar momentu siły w stanie statycznym i dynamicznym, b/ pomiar momentu bezwładności, c/ pomiar prędkości i poślizgu w stanie statycznym i dynamicznym, d/ badanie cieplne i wentylacyjne, e/ próba zwiększonej prędkości obrotowej, f/ specyfika prób napięciowych, g/ próba wyrobu małych seryjnych maszyn.
- Próby eksploatacyjne i diagnostyka eksploatacyjna. Badania poawaryjne.

Laboratorium:

Magnesowanie rdzeni jednofazowych 4 i 5-cio kolumnowych oraz trójfazowych 3 i 5-cio kolumnowych.

Badanie przecięć uderowych w transformatorze i autotransformatorze.

Wyznaczanie współczynnika tłumienia.

Asymetria amperozwojów i jej wpływ na napięcie zwarcia i rozkład strumienia rozproszenia.

Specjalność: MASZYNY I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Transformatory

48. DZIAŁY WYBRANE Z TRANSFORMATORÓW

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	2 ^e	1	-	-	-

Treść wykładu:

Specyfika autotransformatorów 1 stopniowych oraz regulacyjnych. Autotransformatory z uzwojeniem trójnym wyrównawczym. Transformatory trój-uzwojeniowe oraz ich współpraca z transformatorem 2-uzwojeniowymi. Niesymetria amperozwojów na kolumnie i jej wpływ na napięcie zwarcia, zwarcie wewnętrzne i ich konsekwencje. Magnesowanie rdzenia realnego 3, 4 i 5-cio kolumnowego, 1 i 3 fazowego; Straty jałowe w tych rdzeniach. Przewzbudzenia.

Ćwiczenia:

Technologia wykonania, dobór materiałów i obliczanie wymiarów izolacji transformatora - głównej i wzdłużnej oraz projektowanie izolacji odpływów. Sposoby wykonania przepleceń uzwojeń celem zmiany rozkładu początkowego napięcia. Wyznaczanie pojemności oraz współczynnika α uzwojeń przepleconych. Przeplecenia częściowe i określenie ich parametrów.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Transformatory

49. TRANSFORMATORY SPECJALNE I DŁAWIKI

Godziny zajęć tygodniowo według planu:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	2 ^e	1	-	-	-

Treść wykładu:

Transformatory do zasilania łuku elektrycznego: piecowe, spawalnicze, neonowe, ich specyfika - regulacja napięcie, regulacja impedancji zwarciowej.

Transformatory probiercze: napięciowe i zwarcioowe. Transformatory do zastosowań przekształtnikowych. Dławiki energetyczne wysokonapięciowe szeregowo i bocznikowe. Dławiki przekształtnikowe gładzące, ograniczające oraz wyrównawcze.

Ćwiczenia:

Obliczanie wybranych transformatorów specjalnych i dławików.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Transformatory

50. OPTYMALIZACJA TRANSFORMATORÓW PRZY ZASTOSOWANIU EMC

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	1	-	-	-	-

Treść wykładu:

Metody obliczania transformatorów, stanowiące podstawę do opracowania bezpośrednich algorytmów obliczania optymalnych wymiarów podstawowych przy wykorzystaniu maszyn cyfrowych. Wyznaczanie funkcji celu dla określonej optymalizacji /mas, kosztów łącznych itp/. Ogólne metody optymalizacji przy zastosowaniu programowania liniowego oraz nieliniowego. Obliczenia elektromagnetyczne, obliczenia wytrzymałości dynamicznej, cieplnej i dielektrycznej projektowanych transformatorów.

Specjalność: MASZYNY I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Transformatory

51. ZAGADNIENIA AKUSTYCZNE W TRANSFORMATORACH

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	2 ^e	-	-	-	-

Treść wykładu:

Problem hałasu urządzeń elektrycznych jako aspekt ochrony środowiska. Przepisy i normy dotyczące hałasu. Wielkości i jednostki akustyczne. Źródła hałasu w transformatorze. Siły magnetyczne i magnetostrykcyjne. Drgania rdzeni i uzwojeń transformatora. Metoda obliczania poziomów dźwięków wytwarzanych przez transformatory. Sposoby zmniejszenia hałasu transformatorów. Rodzaje hałasu maszyn elektrycznych. Siły elektromagnetyczne wywołujące drgania i hałas maszyn. Obliczenia akustyczne silników indukcyjnych.

Metody pomiarowe parametrów akustycznych hałasu transformatorów i maszyn elektrycznych. Zakłócenia radioelektryczne.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Transformatory

52. LABORATORIUM PROBLEMOWE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	-	-	4	-	-

Laboratorium:

- Próba cieplna transformatora.
- Stany nieustalone łączeniowe i zwarcia.
- Modelowanie układów piecowych wieloprądowych.
- Zastosowanie sterownika mocy tzw. Choppera do silnika szeregowego.
- Wykrywanie w transformatorze błędów wykonawczych i uszkodzeń uzwojeń i rdzenia.
- Pomiar indukcyjności dynamicznej dławników.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Maszyny Elektryczne

53. DZIAŁY WYBRANE Z MASZYN ELEKTRYCZNYCH

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	C	l	p	s
VIII	2	-	-	-	-
IX	-	2 ^e	-	-	-

Treść wykładu

Teoria uzwojeń ułamkowo-żłobkowych. Metody obliczania reaktancji uzwojeń w maszynach prądu przemiennego. Silniki wielobiegowe. Teoria maszyn asynchronicznych głębokożłobkowych i dwuklatkowych. Praca silników indukcyjnych w warunkach odbiegających od znamionowych.

Ćwiczenia:

Krzywa wzbudzenia i krzywa pola silnika asynchronicznego. Metody obliczania współczynników rozproszenia szczelińowego. Siły elektromagnetyczne promieniowe i styczne w maszynach asynchronicznych. Reguły doboru liczb żłobków. Momenty pasożytnicze. Sposoby zmniejszenia momentów pasożytniczych i hałasu maszyn.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Maszyny Elektryczne

51. METODY OBLICZANIA MASZYN ELEKTRYCZNYCH

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	3	1	-	-	-
VIII	1 ^e	3	-	-	-

Treść wykładu:

Ogólne zasady projektowania i obliczania maszyn elektrycznych. Ustalenie wymiarów głównych maszyny. Współczynnik wykorzystania maszyny. Obciążenia elektromagnetyczne. Obliczanie obwodu magnetycznego silników indukcyjnych, maszyn synchronicznych i prądu stałego. Projektowanie uzwojeń stojanów i wirników podstawowych rodzajów maszyn elektrycznych. Zarys obliczeń cieplnych i wentylacyjnych maszyn elektrycznych. Zasady projektowania maszyn elektrycznych przy użyciu maszyny cyfrowej. Opracowywanie algorytmów obliczeń elektromagnetycznych wybranych maszyn.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Ćwiczenia obejmują rozwiązywanie przykładów liczbowych obliczeń elementów maszyn elektrycznych na EMC, ze szczególnym uwzględnieniem silników indukcyjnych.

Specjalność: MASZYNY I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Maszyny Elektryczne

55. BUDOWA I WYTWARZANIE MASZYN ELEKTRYCZNYCH

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	2 ^e	-	-	-	-

Program przedmiotu

Formy wykonania, rodzaje budowy i stopnie ochrony maszyn elektrycznych.

Chłodzenie maszyn elektrycznych. Zasady projektowania serii maszyn.

Normalizacja. Konstrukcja i technologia wytwarzania elementów obudowy i wałów. Sposoby łożyskowania. Wentylatory.

Konstrukcja i technologia wytwarzania obwodów magnetycznych. Materiały. Obwody blachowane, obwody masywne, magnesy trwałe.

Konstrukcja i technologia wytwarzania uzwojeń. Materiały. Układy izolacji. Uzwojenia wsypywane. Uzwojenia z drutów profilowych i prętowe, uzwojenia klatkowe.

Konstrukcja i technologia wytwarzania zestyku ślizgowego. Pierścienie ślizgowe. Komutatory. Szczotki. Przyrząd szczotkowy.

Montaż maszyn elektrycznych. Kontrola procesu produkcyjnego.

Tendencje rozwojowe w konstrukcji i technologii wytwarzania maszyn elektrycznych.

Specjalność: MASZYNY I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Maszyny Elektryczne

56. BADANIE MASZYN ELEKTRYCZNYCH

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	3 ^e	-	-	-	-

Treść wykładu:

Rodzaje badań maszyn elektrycznych i transformatorów. Normy. Normalizacja krajowa i międzynarodowa.

Badanie maszyn elektrycznych wirujących: Metody obciążenia maszyn elektrycznych. Próby cieplne - pomiary temperatur. Pomiar momentu obrotowego w warunkach ustalonych i nieustalonych. Wyznaczanie parametrów elektromagnetycznych stanu nieustalonego. Badania komutacji. Pomiary zakłóceń radioelektrycznych.

Badania transformatorów: Badanie w stanie jałowym i w stanie zwarcia. Wyznaczanie reaktancji. Pomiar reaktancji dla składowej zerowej. Badania cieplne.

Badania zjawisk akustycznych i drgań w maszynach elektrycznych i transformatorach.

Modelowanie pól magnetycznych i elektrycznych w maszynach elektrycznych i transformatorach.

Automatyzacja pomiarów na przemysłowych stacjach prób.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Maszyny Elektryczne

57. ZAGADNIENIA AKUSTYCZNE W MASZYNACH ELEKTRYCZNYCH

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	2 ^e	-	-	-	-

Treść wykładu:

Problem hałasu urządzeń elektrycznych jako aspekt ochrony środowiska. Przepisy i normy dotyczące hałasu maszyn elektrycznych. Wielkości i jednostki akustyczne. Nadajniki dźwięków. Fale dźwiękowe płaskie, kuliste i walcowe. Rodzaje hałasu maszyn elektrycznych. Siły elektromagnetyczne i drgania mechaniczne maszyn. Obliczenia akustyczne silników indukcyjnych. Sposoby zmniejszania poziomu hałasu maszyn elektrycznych. Wyważanie wirników. Źródła hałasu w transformatorze. Drgania magnetostrykcyjne rdzeni transformatorów. Obliczanie poziomów dźwięków wytwarzanych przez transformatory.

Metody pomiaru parametrów akustycznych hałasu maszyn elektrycznych i transformatorów.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Maszyny Elektryczne

58. LABORATORIUM PROBLEMOWE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	-	-	4	-	-

Laboratorium:

Program laboratorium obejmuje:

Ustalenie danych znamionowych maszyn prądu stałego i przemiennego.

Badania wyrobu i typu maszyn elektrycznych.

Badanie pól magnetycznych w maszynach elektrycznych. Pomiary zjawisk akustycznych i drgań w maszynach elektrycznych.

Zakłócenia radioelektryczne i ochrona przeciwzakłóceńowa.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Elektromechaniczne Elementy Automatyki

59. BUDOWA ELEKTROMECHANICZNYCH ELEMENTÓW AUTOMATYKI

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	2 ^e	-	-	-	-
IX	2 ^e	3	-	-	-

Treść wykładu:

Ogólne zasady budowy i obliczania maszyn elektrycznych. Budowa i obliczanie silników asynchronicznych: współczynniki wykorzystania maszyny, obliczanie wymiarów głównych, obwód magnetyczny i obliczenie prądu magnesującego. Projektowanie uzwojeń. Przewijanie silników. Silniki asynchroniczne z wykorzystaniem zjawiska wypierania prądu.

Budowa i obliczanie maszyn synchronicznych: ustalenie wymiarów głównych. Określenie długości szczeliny. Obwód magnetyczny stojana i wirnika. Charakterystyki magnesowania. Obliczenie obwodu magnetycznego w maszynie z utajonymi biegunami.

Budowa i obliczanie maszyn prądu stałego: wymiary główne. Projektowanie poszczególnych elementów obwodu magnetycznego. Projektowanie uzwojeń twornika. Obliczenie uzwojenia wzbudzającego.

Zasady budowy i obliczania elektromechanicznych elementów automatyki.

Tendencje rozwojowe w budowie i obliczaniu EEA. Metoda uporządkowanych poszukiwań w projektowaniu EEA. Projektowanie serii. Silniki indukcyjne małej mocy: metody parametryczna projektowania. Obliczanie silników o uzwojeniach rozłożonych, ze zwartym uzwojeniem pomocniczym i silników liniowych płaskich. Selsyny. Projektowanie silników prądu stałego i silników uniwersalnych. Obliczanie silników reluktancyjnych. Silniki skokowe. Wykorzystanie metod polowych do projektowania EEA: Parametry wirników masywnych i kubkowych. Rozproszenie żłobkowe. Pole wzbudzenia magnesu trwałego. Podstawowe zagadnienia optymalizacyjne.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują obliczanie wybranych elektromechanicznych elementów automatyki objętych treścią wykładu, a w szczególności obliczanie sel-synów, silników prądu stałego, silników reluktancyjnych i skokowych.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Elektromechaniczne Elementy Automatyki

60. BUDOWA ŁĄCZENIOWYCH ELEMENTÓW AUTOMATYKI

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	3 ^e	2	-	-	-

Treść wykładu:

Układowe i środowiskowe warunki pracy elementów łączeniowych w układach automatyki /prąd, napięcie, drgania, wstrząsy, atmosfera środowiska itp/.

Oddziaływanie elementów łączeniowych na układ /przebiega łączeniowe, rezystancja oraz szumy układów zestykowych/.

Parametry znamionowe, dobór, warunki eksploatacji oraz zasady działania i budowy:

- przekaźników pomocniczych, elektromechanicznych, kontaktronowych /próżniowych i gazowanych/, rtęciowych.
- łączników czujnikowych oraz inicjatorów temperaturowych, ciśnieniowych, przepływowych, drogowych, poziomu cieczy itp.,
- przycisków sterowniczych, mikrołączników,
- styczników, wyłączników oraz bezpieczników zabezpieczeniowych obwodów automatyki,
- łączników programowych, sterowników,
- łączników specjalnych dla obwodów elektronicznych, zespołów przyłączowych.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Elektromechaniczne Elementy Automatyki

61. BADANIA ELEMENTÓW ŁĄCZENIOWYCH I SIŁOWNIKÓW

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	1	-	-	-	-
IX	-	-	2	-	-

Treść wykładu:

Definicje i klasyfikacja badań elementów łączeniowych. Próby mające na celu wyznaczenie lub sprawdzenie wartości podstawowych wielkości elektrycznych charakteryzujących elementy łączeniowe - próby nagrzewania długotrwałego, próby obciążalności w stanach przejściowych, próby zdolności łączenia. Badania mające na celu sprawdzenie własności nieelektrycznych elementów łączeniowych - sprawdzenie trwałości mechanicznej, pomiary czasów charakterystycznych, badania odporności na drgania, wstrząsy, sprawdzenie skuteczności działania ochrony elementów łączeniowych i obsługi za pomocą obudowy. Badania klimatyczne. Badania siłowników - sprawdzenie parametrów elektrycznych charakteryzujących siłowniki, badania sił oporowych i napędowych w statycznych i dynamicznych. Badania wielkości magnetycznych związanych z siłownikami.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą problemów omawianych w treści wykładu.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Elektromechaniczne Elementy Automatyki

62. BUDOWA SIŁOWNIKÓW

Godziny zajęć według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	2 ^e	1	-	-	-

Treść wykładu:

Pojęcie ogólne. Warunki pracy. Klasyfikacja elektromagnesów. Podstawy budowy i działanie siłowników elektromagnesowych: ogólne równania i podstawowe wielkości obwodu elektromagnesu, strumień rozproszenia, przewodność magnetyczna szczelin i pól rozproszenia, metody obliczeń, obwodów magnetycznych otwartych, charakterystyki siłowe, zwój zwarty, obliczanie uzwojenia elektromagnesu.

Budowa siłowników elektromagnesowych drogowych ogólnego stosowania: konstrukcja, charakterystyka techniczna, metody oddziaływania na czas działania, układy oszczędnościowe. Elektromagnesy dźwignicowe. Elektromagnesy przechwytowe. Zwalniaki hamulcowe. Sprzęgła i hamulce obrotowe: cierne, proszkowe.

Elektrozawory i elektrorozdzielacze: pojęcie oznaczenia, klasyfikacja i zastosowania, budowa elektrozaworów, elektrorozdzielaczy skokowych i liniowych. Przykłady układów automatyki.

Ćwiczenia:

Tematyka ćwiczeń obejmuje zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Elektromechaniczne Elementy Automatyki

63. BADANIE ELEKTROMASZYNOWYCH ELEMENTÓW AUTOMATYKI

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	1	-	-	-	-
IX	-	-	3	-	-

Treść wykładu:

Klasyfikacja elementów automatyki. Wymagania stawiane poszczególnym grupom elementów automatyki. Badania wyrobu i prototypu.

Metody pomiaru momentu obrotowego:

Wybór optymalnej metody pomiaru, układy do pomiaru małej rezystancji, wpływ różnych warunków na pracę tensometru i dokładność pomiaru, automatyczny układ pomiarowy.

Pomiar prędkości obrotowych za pomocą prądnic techometrycznych:

Pomiar charakterystyk wyjścia, pomiar krzywych napięcia wyjściowego, ocena pulsacji napięcia wyjściowego.

Pomiar parametrów dwufazowych maszyn indukcyjnych:

Główne wymagania stawiane silnikom, ocena własności silników, pomiar parametrów schematu zastępczego i charakterystyk ruchowych silników.

Badanie silników wykonawczych prądu stałego:

Główne wymagania stawiane silnikom, pomiar charakterystyk statycznych i dynamicznych oraz określenie wpływu indukcyjności na charakterystyki dynamiczne. Magnesowanie i badanie magnesów trwałych. Badania akustyczne i zakłóceń radioelektrycznych i ochrona przeciwzakłóceńowa.

Laboratorium:

Program laboratorium obejmuje:

Pomiar parametrów do modeli dynamicznych maszyn prądu przemiennego.

Badanie prądnic techometrycznych.

Badanie konstruktorskie parametrów silników liniowych.

Badanie silników skokowych.

Pomiary momentów maszyn małej mocy.

Badanie silników z magnesami trwałymi.

Pomiary rozkładu pól sprzężonych w silniku liniowym.

Badanie bezstykowego mikrosilnika prądu stałego.

Badanie jednofazowych silników ze zwojem zwartym.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Elektromechaniczne Elementy Automatyki

64. UKŁADY ZASILANIA I STEROWANIA EEA

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	1	-	-	-	-

Treść wykładu

Metody zasilania i regulacji elektronicznej maszyn prądu stałego i przemiennego. Cyklokonwertory, falowniki niezależne, sterowniki prądu przemiennego, łączniki tyrystorowe i tranzystorowe. Sterowniki elektroniczne i magnetyczne do siłowników napędzanych silnikami dwufazowymi, prądu stałego i skokowymi. Komutatory elektroniczne bezstykowych mikrosilników prądu stałego. Mikroprocesorowe sterowanie EMEA i małych maszyn ogólnego zastosowania. Układy elektroniczne i przekaźnikowe regulacji i stabilizacji prędkości EMEA. Układ elektroniczny fazoczułego sterowania silnika kubkowego. Wzmacniacze tranzystorowe układów sterowania. Zastosowanie programatorów i mikrołączników.

Specjalność: MASZYNY I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Łączniki Zestykowe i Półprzewodniki

65. TEORIA ŁĄCZENIA - DZIAŁY WYBRANE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	2	2	-	-	-

Treść wykładu:

Teoria łuku łączeniowego. Elementarne procesy związane z przepływem prądu w plazmie. Łuk prądu stałego: plamka katodowa i anodowa, strumienie plazmy, modele matematyczne łuku, termodynamika łuku w polu magnetycznym. Łuk prądu przemiennego: termodynamika łuku w przepływie gazu i innych ośrodkach chłodzących, termodynamika łuku krótkiego. Łuk w próżni: zjawiska na katodzie, modele fizyczne kanału łukowego. Zarys diagnostyki łuku.

Gaszenie łuku. Teoria gaszenia wymuszonego i gaszenia naturalnego łuku, ucięcie prądu, modele teoretyczne i ponownego zapłonu łuku, obudowa wytrzymałości przerwy połukowej w: powietrzu SF_6 , oleju i próżni. Wzajemne oddziaływanie łącznika i obwodu elektrycznego. Wpływ rodzaju łącznika i obwodu elektrycznego na przepięcia i napięcia powrotne, wyłączanie obwodów łącznikami bezstykowymi i hybrydowymi.

Ćwiczenia:

Tematyka ćwiczeń obejmuje zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Łączniki Zestykowe i Półprzewodnikowe

66.BUDOWA ŁĄCZNIKÓW ZESTYKOWYCH I ROZDZIELNIC

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	5 ^e	1	-	-	-

Treść wykładu:

Pojęcia ogólne i klasyfikacja łączników, ogólne zasady budowy łączników, zestawów sterowniczych i rozdzielnic. Podstawowe zjawiska determinujące parametry znamionowe i konstrukcyjne łącznika: nagrzewanie, szczepianie zestyku, zużywanie mechaniczne i elektryczne, uszkodzenia elektromechaniczne, zwarcia międzybiegunowe i doziemne, łuk długotrwały.

Rozwój łączników, trendy rozwojowe i prognozowanie. Podstawowe elementy i zespoły konstrukcyjne łączników niskonapięciowych: tor prądowy, układ gaszeniowo-stykowy łącznika zestykowego /szczelinowy, płytkowy/ i bezpiecznika, elektromagnes wydmuchowy, mechanizmy napędowe, napęd maszynowy, zamek, przekładnia mechaniczna, elementy izolacyjne. Wyposażenie związane z łącznikami: przekaźniki i wyzwalacze pomocnicze, zabezpieczeniowe, przekładniki, obudowy.

Budowa łączników niskonapięciowych; odłączniki i rozłączniki z napędem ręcznym krzywkowe, zatablicowe i skrzynkowe, nastawniki, łączniki bezpiecznikowe, styczniki powietrzne, próżniowe, wyłączniki instalacyjne, sieciowe i silnikowe, wyłączniki przemysłowe klasyczne, ograniczające i dobezpieczone, wyłączniki ochronne, bezpieczniki, aparatura górnicza, trakcyjna, pomocnicza i sygnalizacyjna.

Zestawy sterownicze i rozdzielnice prefabrykowane niskonapięciowe: szkieletowe, skrzynkowe, Dobór elementów zestawu.

Budowa łączników i ich elementów oraz rozdzielnic prefabrykowanych wysokonapięciowych: podstawowe elementy i zespoły, zestyki, układy gaszeniowe /olejowe, gazowe, pneumatyczne, z SF₆/, mechanizmy napędowe,

elementy izolacyjne, konfiguracja łączników, wyposażenie związane /elementy do pomiaru dynamicznych i opto-elektrycznych/, odcinacze, odłączniki, rozłączniki i wyłączniki gazowydmuchowe, małoolejowe, próżniowe, pneumatyczne i z SF_6 na napięcia średnie i najwyższe. Łączniki specjalne. Rozdzielnice prefabrykowane wysokonapięciowe: powietrzne, o izolacji stałej, z SF_6 .

Technologia podstawowych elementów i zespołów łączników zestykowych.

Ćwiczenia:

Tematyka ćwiczeń obejmuje zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Łączniki Zestykowe i Półprzewodnikowe

67. BUDOWA ŁĄCZNIKÓW BEZSTYKOWYCH

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	3 ^e	-	-	-	-
VIII	-	-	-	2	-

Treść wykładu:

Wiadomości uzupełniające o podstawach fizycznych elementów półprzewodnikowych. Praca przepustowa łączników. Nagrzewanie przy pracy ciągłej, przerywanej i dorywczej, wpływ rodzaju odbiornika na znamionowy prąd ciągły łącznika. Praca załączeniowa łącznika. Zjawiska przy załączaniu, przebiegi prądu i napięcia. Praca wyłączeniowa łącznika. Zjawiska przy wyłączaniu, przebiegi prądu i napięcia. Praca łączeniowa łącznika, trwałość łącznika, częstość łączenia. Parametry znamionowe łącznika półprzewodnikowego.

Budowa i działanie łączników jednofazowych i trójfazowych prądu przemiennego. Rodzaje układów sterownia i ich budowa i działanie. Wrażliwość łączników na zagrożenie natury elektrycznej, cieplnej, radiacyjnej oraz zagrożenia mechaniczne i zakłócenia przemysłowe. Zabezpieczanie łączników przed przepięciami, przetężeniami, nadmierną stromością prądu przewodzenia i nadmierną stromością napięcia blokowania.

Łączniki hybrydowe prądu stałego i przemiennego. Warunki pracy członu zestykowego, napędy członu zestykowego. Porównanie techniczne i ekonomiczne łączników półprzewodnikowych i hybrydowych.

Projektowanie:

Projektowanie obejmuje zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: MASZYNY I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Łączniki Zestykowe i Półprzewodnikowe

68. BADANIE ŁĄCZNIKÓW

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	2 ^e	-	-	-	-
IX	-	-	3	-	-

Treść wykładu:

Specjalne metody pomiarowe stosowane w badaniach łączników. Pomiary napięć i prądów w stanach dynamicznych, czasów, częstotliwości i tłumaczenia drgań swobodnych, wyznaczanie współczynnika mocy obwodu zwarciovego, rejestrowanie ruchu łuku. Badanie elementów łączników zestykowych, bezzestykowych i hybrydowych. Badania zestyków, wyzwalaczy zabezpieczeniowych i pomocniczych, napędów, sygnalizacja.

Badanie nagrzewania długotrwałego i krótkotrwałego, pomiary skutku cieplnego, mocy, energii, temperatury: badanie obciążalności przepustowej. Badanie obciążalności elektrodynamicznej, roboczej i zwarciowej zdolności łączenia łączników zestykowych. Badanie skuteczności ochrony łączników i obsługi za pomocą obudów, przed dotknięciem i ciałami stałymi, wodą, parami i gazami o własnościach wybuchowych oraz przypadkowymi narażeniami mechanicznymi.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Łączniki Zestawkowe i Półprzewodnikowe

69. PODSTAWY KONSTRUOWANIA ŁĄCZNIKÓW

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	2 ^e	1	-	-	-

Treść wykładu:

Ogólne zasady obliczeń łączników: metodyka konstruowania, ustalanie założeń do projektowania, analiza zagadnień szczegółowych, zakres obliczeń.

Charakterystyka materiałów stosowanych do budowy łączników: materiały przewodzące, elektroizolacyjne, magnetyczne, specjalne. Podstawy obliczeń cieplnych: charakterystyka warunków cieplnych, źródła ciepła, oddawanie ciepła, bilans cieplny, podstawowe równanie cieplne, obliczanie cieplne przypadków praktycznych, nagrzewanie torów prądowych w warunkach roboczych i przy zwarciu, szepianie zestyku.

Podstawy obliczeń elektrodynamicznych: podstawowe zależności analityczne, rozkład obciążeń elektrodynamicznych torów prądowych, współczynnik konfiguracji układu, obliczanie elektrodynamiczne przypadków praktycznych, wpływ kształtu i wymiarów przekroju przewodów, zestyk obwodu prądu przemiennego, drgania torów prądowych, obliczenia wytrzymałościowe. Podstawy obliczeń magnetycznych: podział obwodów magnetycznych, ogólne równania elektromagnesu napędowego, przewodność magnetyczna szczelin i pól rozproszenia, metody obliczania obwodów magnetycznych, schematy zastępcze, zwój zwarty elektromagnesu, charakterystyki elektromagnesów uzwojenia. Moc i energia łuku łączeniowego i wyłączeniowego.

Podstawy obliczeń mechanizmów napędowych: schematy blokowe mechanizmów, struktura mechanizmów, charakterystyka kinematyczna, analiza kinetyczna mechanizmów, synteza mechaniki łączników, obliczanie przyrządów praktycznych.

Ćwiczenia:

Tematyka ćwiczeń obejmuje zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: MASZYNY I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Aparatura sterująca i zabezpieczeniowa

70. TEORIA PROCESÓW ŁĄCZENIOWYCH

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	2	1	-	-	-

Treść wykładu:

Teoria utraty styczności - działy wybrane. Teoria wyładowań w gazach - działy wybrane. Elementarne procesy związane z przepływem prądu w gazie. Teorie wyładowań w gazie w warunkach granicznych napięcia, prądu i ciśnienia gazu: mechanizmy wyładowań iskrowego i jarzmowego, przechodzenie wyładowania jarzmowego w łukowe. Łuk elektryczny. Łuk prądu stałego: plamka katodowa i anodowa, modele matematyczne łuku. Termodynamika quasi-nieruchomego łuku krótkiego prądu przemiennego. Łuk w próżni i przy ciśnieniu niższym od atmosferycznego.

Gaszenie łuku. Modele teoretyczne ponownego zapłonu łuku, ucięcie prądu, obudowa wytrzymałości przerwy połukowej w różnych gazach o ciśnieniu normalnym, obniżonym i w próżni. Wpływ różnych czynników takich jak: parametry obwodu elektrycznego, materiałów elektrod, ciśnienie i skład chemiczny gazu na rodzaj i czas trwania wyładowania. Energia wyładowania w zestyku otwieranym. Wpływ rodzaju wyładowania na erozję styków.

Ćwiczenia:

Tematyka ćwiczeń obejmuje zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: MASZYNY I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Aparatura sterująca i zabezpieczeniowa

71. FIZYKA ZESTYKU

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	2 ^e	1	-	-	-

Treść wykładu:

Rezystancja zestykowa: modele fizyczne i matematyczne zestyku, wpływ warstwek i stanu powierzchni styków, wpływ docisku zestykowego i temperatury zestyku. Nagrzewanie zestyku: dynamiczne przebiegi cieplne, temperatura powierzchni styczności.

Warstewki obce na stykach: mechanizm wzrostu i struktura warstwek, działanie atmosfery, gazów i cieczy, wpływ składników rozkładu materiałów izolacyjnych, przewodzenie prądu przez warstewki, zjawisko frittingu, środki ochronne. Sczepianie styków i oddziaływanie elektrodynamiczne prądu: wpływ kinematyki i dynamiki łącznika, konfiguracji toru prądowego, stanu powierzchni styków, amplitudy prądu. Erozja styków: zużywanie mechaniczne, wpływ rodzaju wyładowania elektrycznego w gazie, fizyczny model zużywania mostkowego, erozja łukowa.

Korozja elektrolityczna. Niezawodność działania zestyków w układach sterowania. Metodyka badań zestyków.

Ćwiczenia:

Tematyka ćwiczeń obejmuje zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: MASZYNY I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Aparatura sterująca i zabezpieczeniowa

72.INICJATORY I ŁĄCZNIKI CZUJNIKOWE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	2 ^e	1	-	-	-

Treść wykładu:

Łączeniowe elementy czujnikowe w automatyce i elektronice: wymagania, klasyfikacja, zastosowania.

Łączniki zbliżeniowe /bezdotykowe/: inicjatory prądu i napięcia, inicjatory indukcyjne i pojemnościowe; opis działania, charakterystyki i zastosowania.

Łączniki fotoelektryczne.

Mikrołączniki i łączniki drogowe krańcowe: zasada budowy, kinematyka, charakterystyki drogowe i łączeniowe. Łączniki przechyłowe i cieczo-we. Łączniki kontaktronowe próżniowe, gazowane i rtęciowe: konstrukcja i zasada działania, możliwości sterowania, charakterystyki działania, zastosowania w automatyce.

Łączniki czujnikowe z członem zestykowym: temperaturowe, ciśnieniowe, przepływowe, poziomu cieczy i inne.

Ćwiczenia:

Tematyka ćwiczeń obejmuje zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: MASZYNY I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Aparatura sterująca i zabezpieczeniowa

73. BUDOWA ZESTYKOWEJ APARATURY ŁĄCZENIOWEJ

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	3 ^e	1	-	-	-

Treść wykładu:

Pojęcia ogólne. Warunki pracy aparatury łączeniowej w instalacjach bytowych, przemysłowych, w układach automatyki, elektronice. Obwody pomocnicze i główne. Charakterystyczne przypadki pracy: łączenie silników elektrycznych, baterii kondensatorów, trakcja elektryczna.

Wymagania. Klasyfikacja aparatury łączeniowej.

Rozwój aparatury, trendy rozwojowe i prognozowanie.

Podstawowe elementy i zespoły łączników: tory prądowe, zestyki, układy gaszeniowo-stykowe, mechanizmy napędowe, elementy izolacyjne, obudowa. Budowa aparatury sterowniczej, pomocniczej i sygnalizacyjnej, przekaźniki elektromagnesowe, styczniki pomocnicze, kontaktrony, łączniki krzywkowe, przyciski sterownicze, przekaźniki termobimetalowe, wskaźniki sygnalizacyjne. Budowa aparatury rozruchowej i regulacyjnej: łączniki rozruchowe, z napędem ręcznym, nastawniki, styczniki, wyłączniki silnikowe. Zestawy rozruchowe stycznikowe z przekaźnikiem, bezpiecznikiem. Zasady doboru. Aparatura dźwignicowa. Opory rozruchowe. Budowa aparatury zabezpieczeniowej: bezpieczniki, wyłączniki instalacyjne i przemysłowe, wyłączniki ochronne. Szafy i pulpity sterownicze prefabrykowane, aparatura przeciwwybuchowa.

Niezawodność działania obwodów sterowniczych z łącznikami zestykowymi. Uszkodzenie i sposoby ich zapobiegania.

Ćwiczenia:

Tematyka ćwiczeń obejmuje zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: MASZYNY I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Aparatura sterująca i zabezpieczeniowa

74.ELEKTRONICZNA APARATURA STERUJĄCA I ZABEZPIECZENIOWA

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	3 ^e	-	-	-	-
VIII	-	-	-	2	-

Treść wykładu:

Budowa i działanie układów cyfrowych TTL, wzmacniaczy operacyjnych, komparatorów, stabilizatorów. Niektóre praktyczne rozwiązania układów elektronicznych stosowane w urządzeniach energoelektronicznych: sterowniki przeznaczone do generowania impulsów wyzwalających tyrystory w prostownikach sterowanych i łącznikach, układy synchronizujące, sterowniki, integratory, wzmacniacze, separatory galwaniczne obwody wyjściowe od obwodów wejściowych, przetworniki /dyskryminatory/ współpracujące z bocznikami, blokady zapewniające poprawną pracę przekształtnika tyrystorowego w zespołach nawrotnych bez prądów wyrównawczych, blokady do ochrony przekształtników tyrystorowych w stanach awaryjnych od uszkodzeń ich części składowych, czujniki służące do kontrolowania stanu bezpiecznika i inne.

Projektowanie:

Tematyka projektowania obejmuje zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Aparatura sterująca i zabezpieczeniowa

75. BADANIA APARATURY STERUJĄCEJ I ZABEZPIECZENIOWEJ

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	2 ^e	-	-	-	-
IX	-	-	3	-	-

Treść wykładu:

Badania układów synchronizujących sterowniki przeznaczone do generowania impulsów wyzwających tyrystory, separatorów galwanicznych oddzielających obwody wyjściowe od obwodów wejściowych, przetworników współpracujących z bocznikami, blokad zapewniających poprawną pracę przekształtników tyrystorowych, czujników służących do kontrolowania stanu bezpiecznika. Badanie mikrołączników, łączników drogowych, przechyłowych cieczowych, kontaktronowych, zbliżeniowych, inicjatorów prądu i napięcia.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE
 Kierunek dyplomowania: Technika wysokich napięć

76. PRZEPięCIA I OCHRONA PRZECIWPRZEPięCOWA

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	2 ^e	1	-	-	-

Treść wykładu:

Wiadomości ogólne - klasyfikacja i parametry przepięć. Zjawiska przepięciowe w liniach. Przepięcia piorunowe, parametry piorunu. Skutki uderzenia piorunu w linię, ochrona bezpośrednia i pośrednia. Przepięcia łączeniowe. Łączenie małych prądów pojemnościowych i indukcyjnych. Przepięcia zmiennozwarciowe. Kompensacja. Przepięcia w liniach bardzo wysokich napięć. Przepięcia dorywcze. Koordynacja izolacji, poziomy: izolacji i ochrony. Metody ochrony od przepięć. Odgromniki. Metody badania przepięć. Schematy zastępcze, składowe symetryczne, metoda charakterystyk, rachunek operatorowy. Zastosowanie modelowania w analizie przepięć w układach elektroenergetycznych.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: MASZYNY I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE
 Kierunek dyplomowania: Technika wysokich napięć

77. MIERNICTWO WYSOKONAPIĘCOWE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	3	-	-	-	-
IX	-	-	3	-	-

Treść wykładu:

Problemy wytwarzania bardzo wysokich napięć probierczych. Dzielniki napięcia przemiennego i stałego. Pomiar napięć łączeniowych i piorunowych. Pomiar prądów udarowych. Niekonwencjonalne metody pomiaru i rejestracji napięć i prądów w obwodach wysokiego napięcia. Metody badania rozkładu pól elektrycznych. Metody wyznaczania napięć wytrzymywanych i napięć przeskoku. Zakłócenia w laboratoriach wysokonapięciowych. Zagadnienia związane z pomiarem wyładowań niezupełnych w różnych układach izolacyjnych.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Technika wysokich napięć

78. ZASTOSOWANIE METOD STATYSTYCZNYCH W TWN

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	1	1	-	-	-

Treść wykładu:

Wstęp - niezawodność własna i ruchowa. Rozkłady statystyczne stosowane w TWN. Weryfikacja hipotez statystycznych. Statystyczne metody eksperymentów. Problematyka /specyfika/ badań wybranych układów izolacyjnych: powietrze, SF₆, papierowo-olejowe typu transformatorowego, kabli. Specyfika wyładowań niezupełnych. Statystyczne koncepcje koordynacji izolacji liniowej i izolacji transformatorów. Automatyzacja pomiarów i obliczeń. Statystyka przebieg w sieciach energetycznych.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu

Specjalność: MASZyny I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE
 Kierunek dyplomowania: Technika wysokich napięć

79. KONSTRUKCJA I TECHNOLOGIA IZOLACYJNA TRANSFORMATORÓW

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	2 ^e	-	-	-	-
IX	-	-	-	2	-

Treść wykładu:

Charakterystyka i właściwości izolacji papierowo-olejowej, materiały stosowane w układach izolacyjnych transformatorów. Typy układów izolacyjnych stosowanych w transformatorach, izolacja wzdłużna /międzyzwojeniowa i międzycewkowa/, izolacja główna, izolacja międzyfazowa, izolacja odpływów, rodzaje i technologia wykonania. Przepusty transformatorowe. Układy z izolacją syntetyczną w transformatorach suchych. Zagrożenie układów izolacyjnych w transformatorach, sposoby ograniczania przepięć w uzwojeniach /ekrany, przeplecenia/. Wyznaczanie przepięć w uzwojeniach transformatorów. Kryteria oceny wytrzymałości dielektrycznej układów izolacyjnych transformatorów.

Projektowanie:

Technologia wykonania, dobór i sprawdzenie przyrostów izolacji transformatora, wyznaczanie pojemności w uzwojeniach splatanych, projekt układu izolacyjnego transformatora.

Specjalność: MASZYNY I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Technika wysokich napięć

80. WYTRZYMAŁOŚĆ UKŁADÓW IZOLACYJNYCH

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	1	1	-	-	-
IX	2 ^e	-	-	-	-

Treść wykładu:

Wiadomości podstawowe z kinetycznej teorii gazów i mechaniki kwantowej. Przeskok w układzie o polu równomiernym. Eksperymentalne metody badania przesko-ku w układach o polu równomiernym. Mechanizm przesko-ku przy dużych odległościach. Mechanizm rozwoju wyładowania niezupełnego. Specyfika wyładowań w SF₆. Pojęcie wytrzymałości istotnej i rzeczywistej dielektryków ciekłych. Zjawiska zderzeniowe w węglowodorach ciekłych. Inne zjawiska zachodzące w węglowodorach ciekłych w silnych polach: emisja katodowa, luminescencja, gazowanie. Wytrzymałość rzeczywista. Metody badań rozwoju wyładowań w oleju oraz w układach papiero-olejowych. Wyładowania w polach quasi-jednorodnych przy niewielkich odstępach elektrod-przegląd ważniejszych teorii. Wyładowania w układach o polu skrajnie niejednorodnym. Wyładowania ślizgowe. Efekt objętości. Metody i układy pomiarowe do określenia wskaźników intensywności wnz. Pomiary ładunku pozornego, prądu, mocy i energii wyładowań niezupełnych. Mechanizmy degradacji i przebicia dielektryków pod wpływem wyładowań niezupełnych. Metody badania odporności dielektryków na działanie wyładowań niezupełnych. Badania zmian własności fizyko-chemicznych. Badanie krzywych życia.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: MASZYNY I URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE

Kierunek dyplomowania: Technika wysokich napięć

81. DZIAŁY WYBRANE Z UKŁADÓW IZOLACYJNYCH

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	2 ^e	2	-	-	-

Treść wykładu:

Mechanizmy degradacji: wyładowania niezupełne, starzenie cieplne, starzenie elektrochemiczne. Kondensatory: wprowadzenie i rodzaje stosowanych kondensatorów, kondensatory energetyczne. Materiały stosowane do budowy kondensatorów: papier, folia, syciwo, folia syntetyczna, grzanie i chłodzenie kondensatorów, kondensatory z papierem metalizowanym. Kable: typy kabli, kable z izolacją papierową, kable ze stopieniową izolacją, kable na najwyższe napięcie znamionowe, próby kabli.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: wszystkie

26. MATERIAŁOZNAWSTWO ELEKTROTECHNICZNE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
V	2 ^e	-	1	-	-

Treść wykładu:

Struktura materiałów. Klasyfikacja materiałów. Przegląd parametrów i charakterystyk materiałowych. Materiały elektroizolacyjne: mechanizm przewodnictwa i polaryzacji dielektryków. Rezystywność dielektryków. Stratność dielektryczna. Procesy starzeniowe cieplne, elektryczne i chemiczne w dielektrykach. Metody badań starzeniowych. Klasy izolacji. Dielektryki stałe organiczne. Dielektryki nieorganiczne. Materiały elektroizolacyjne o dużej odporności termicznej. Materiały ogniotrwałe. Materiały termoizolacyjne. Materiały przewodzące i półprzewodnikowe, klasyfikacja. Podstawowe właściwości i charakterystyki materiałów przewodzących. Metale czyste i stopy o dużej konduktywności. Materiały rezystancyjne, metale czyste, stopy. Materiały półprzewodnikowe typu A^{III} B^V oraz A^{IV} B^{IV}.

Rodzaje, charakterystyki i parametry materiałów magnetycznych.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczące zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: wszystkie

27. SIECI I INSTALACJE ELEKTROENERGETYCZNE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VI	2 ^e	-	-	3	-

Treść wykładu:

Przeznaczenie i wymagania stawiane sieciom elektroenergetycznym. Modele matematyczne linii przesyłowych, transformatorów i innych elementów sieci. Schematy zastępcze elementów sieci stosowane w praktycznych obliczeniach sieciowych. Podstawowe obliczenia sieciowe: rozpiływ prądów, spadki napięcia, rozpiływ mocy, straty mocy. Obliczenia prądów zwarciovych trójfazowych. Obliczanie prądów zwarcia z zmienną w układzie trójfazowym z izolowanym punktem zerowym. Kompensacja prądów ziemnozwarciowych. Obliczanie przekroju przewodów na nagrzewanie prądem roboczym, prądem zwarciovym, na dopuszczalny spadek napięcia, na minimum kosztów rocznych. Metody regulacji napięcia w sieciach. Wymagania stawiane instalacjom. Podział odbiorców przemysłowych ze względu na pewność zasilania. Typowe układy zasilania odbiorców przemysłowych. Metody ustalania obciążeń. Budowa i dobór przewodów. Zabezpieczenia przewodów. Dobór zabezpieczeń przewodów.

Projektowanie:

Zajęcia projektowe obejmują wykonanie projektu związanego z tematyką wykładów.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: wszystkie

28. PODSTAWY UŻYTKOWANIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	1	p	s
VI	2 ^e	1	-	-	-
VII	-	-	2	-	-

Treść wykładu:

Znaczenie oraz podstawowe właściwości i parametry energii elektrycznej. Odbiorcy, struktura zużycia i bilanse energii elektrycznej. Odbiorniki energii elektrycznej. Charakterystyka obciążeń elektrycznych u odbiorców i w systemie elektroenergetycznym. Jakość energii elektrycznej. Niezawodność dostawy energii elektrycznej. Koszty strat zawodnościowych. Zasady wyznaczania obciążeń i zużycia energii elektrycznej u odbiorców. Straty mocy i energii w układach przesyłowych oraz sposoby ich obniżania. Sprawność dostawy energii elektrycznej. Metody oszczędnego użytkowania energią i mocą u odbiorców. Koszty mocy i energii u odbiorców. Koszty eksploatacyjne i całkowite koszty roczne urządzeń i sieci elektroenergetycznych. Ogólne wiadomości o organizacji i eksploatacji urządzeń elektrycznych w zakładach przemysłowych.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia będące treścią wykładu.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: wszystkie

29. ZABEZPIECZENIA I STEROWANIE URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	1	p	s
VII	2 ^e	1	2	-	-

Treść wykładu:

Zabezpieczenia: pojęcia podstawowe, cel działania i wymagania. Elementy zabezpieczeń. Zabezpieczenia linii, transformatorów i odbiorników energii elektrycznej. Elektroenergetyczna automatyka łączeniowa. Rozruch i samorozruch odbiorników. Regulacja napięcia. Regulacja mocy biernej. Symetryzacja napięć zasilających.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: Oświetlenie elektryczne

32. PODSTAWY ELEKTROTERMII (OBIEKALNY)

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	2 ^e	-	2	-	-

Treść wykładu:

Nagrzewanie rezystancyjne pośrednie i bezpośrednie. Ogólne wiadomości o urządzeniach. Zasady obliczania urządzeń. Własności charakterystyczne urządzeń. Nagrzewanie elektrodowe. Promienniki nisko- średnio i wysokotemperaturowe. Zasady obliczania. Suszenie podczerwienią. Nagrzewanie indukcyjne częstotliwością sieciową podwyższoną i wysoką. Ogólne wiadomości o nagrzewaniu indukcyjnym. Zasady obliczania. Zastosowanie. Nagrzewanie dielektryczne i mikrofalowe. Zasada działania. Parametry i własności. Zastosowanie. Nagrzewanie łukowe. Wiadomości ogólne. Wielkości charakterystyczne. Własności urządzeń. Układy zasilające w elektrotermii. Współpraca z siecią energetyczną. Rodzaje źródeł zasilania. Charakterystyki odbiorów elektrotermicznych. Zakłócenia energetyczne. Pomiar i regulacja temperatury. Elektryczne metody pomiaru temperatury stykowe i bezstykowe. Podstawowe układy regulacji temperatury.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ
 Kierunek dyplomowania: Oświetlenie elektryczne

33. POMIARY I REGULACJA TEMPERATURY (OBIERALNY)

Godziny zajęć tygodniowo według studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	2 ^e	-	2	-	-

Treść wykładu:

Klasyfikacja metod pomiaru temperatury. Metody nieelektryczne. Metody elektryczne stykowe. Metody elektryczne bezstykowe. Własności dynamiczne czujników termometrycznych. Pomiar temperatur szybko zmieniających. Pomiar temperatury powierzchni ciał stałych. Termografia. Identyfikacja i opis własności obiektów regulacji temperatury. Klasyfikacja metod regulacji temperatury. Regulacja ciągła, nieciągła i nibyciągła.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: Elektrotermia przemysłowa i automatyzacja procesów elektrotermicznych.

34. PODSTAWY OŚWIETLENIA ELEKTRYCZNEGO (OBIERALNY).

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	2 ^e	-	2	-	-

Treść wykładu:

Światło i promieniowanie. Wielkości świetlne, ich określenia i jednostki /strumień świetlny, światłość luminancyjna, natężenie oświetlenia. Obliczanie strumienia świetlnego i natężenia oświetlenia. Źródła światła, oprawy oświetleniowe /podstawowe pojęcia i wielkości/. Specyficzne cechy lamp wyładowczych jako odbiorników trójfazowej sieci oświetleniowej. Podstawy wykonywania projektów oświetleniowych /dobór źródeł światła i opraw, rozmieszczenie opraw/. Gospodarcze zasady oświetlania. Eksploatacja urządzeń oświetleniowych.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: wszystkie

35. APARATY ELEKTRYCZNE (OBIERALNY)

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	2 ^e	1	1	-	-

Treść wykładu:

Zasady działania i budowy aparatów elektrycznych wysokiego i niskiego napięcia - łączników, przekładników, dławików, odgromników. Przegląd najczęściej spotykanych rozwiązań. Wielkości charakterystyczne aparatów elektrycznych ze szczególnym uwzględnieniem ich wiarygodności i zależności od warunków eksploatacji /warunków środowiskowych, obwodowych, intensywności użytkowania, jakości obsługi/. Zasady wykorzystywania i interpretacji informacji podawanych w publikacjach technicznych /katalogowych i specjalnych/ o parametrach znamionowych aparatów. Zasady doboru aparatów do pracy w warunkach roboczych i przeciążeniowych ze szczególnym uwzględnieniem warunkowo obudowanych typowych i specjalnych oraz wzajemnego wpływu aparatów, środowiska i obwodu. Zasady tworzenia zestawów aparatów elektrycznych /zasady doboru do zestawów, koordynacja i selektywność działania/. Uwarunkowania specjalne doboru aparatów /techniczne, ekonomiczne, eksploatacyjne i inne/. Podstawy eksploatacji aparatów /zasady użytkowania i obsługi aparatów/ w warunkach normalnych i specjalnych.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: wszystkie

36. URZĄDZENIA ENERGEOELEKTRONICZNE (OBIERALNY)

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	1	p	s
IX	2 ^e	-	2	-	-

Treść wykładu:

Zagadnienia wybrane z elementów energoelektroniki. Elementy i układy sterowania w urządzeniach energoelektronicznych. Układy zabezpieczeń. Układy i urządzenia tyrystorowe z komutacją zewnętrzną. Przykłady zastosowań w technice napędu elektrycznego, technice oświetleniowej i w elektrotermii /regulatory temperatury/. Układy i urządzenia tyrystorowe z komutacją wewnętrzną. Regulatory napędu. Falowniki elektrotermiczne i ultradźwiękowe. Warunki pracy tyrystorów i diod w urządzeniach energoelektronicznych. Nowe koncepcje sterowania w układach i urządzeniach energoelektronicznych.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: wszystkie

37. PODSTAWY NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO (OBIERALNY)

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	2 ^e	-	2	-	-

Treść wykładu:

Struktura układu napędowego. Dynamika układu napędowego. Rozruch i hamowanie silników prądu stałego i prądu przemiennego. Regulacja prędkości silników prądu stałego i prądu przemiennego. Zagadnienia energetyczne w układach napędowych. Transmitancje elementów napędowych i układów napędowych. Zautomatyzowane układy napędowe. Tyrystorowy napęd prądu stałego i prądu przemiennego.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: wszystkie

38. JAKOŚĆ I NIEZAWODNOŚĆ DOSTAWY ENERGII ELEKTRYCZNEJ (OBIERALNY)

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	2 ^e	1	1	-	-

Treść wykładu:

Wskaźniki charakteryzujące jakość energii elektrycznej. Zasady wyznaczania wskaźników jakościowych, przyczyny, skutki i metody poprawy parametrów jakości energii elektrycznej: odchylen i wahań napięcia, odchylen i wahań częstotliwości napięcia i prądu, niesinusoidalność napięć i prądów, asymetria napięć prądów w układach wielofazowych oraz pulsacja napięcia wyprostowanego. Optymalizacja i normalizacja parametrów jakości energii elektrycznej. Wrażliwość procesów technologicznych i odbiorców na przerwy w dostawie energii elektrycznej. Koszty strat zawodnościowych. Całkowite koszty roczne z uwzględnieniem kosztów niedostarczonej energii elektrycznej. Modele niezawodnościowe układów zasilających i odbiorczych. Metody obliczania wskaźników charakteryzujących niezawodność pracy urządzeń i układów elektroenergetycznych. Zasady poprawy niezawodności dostawy energii elektrycznej do odbiorców.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia będące treścią wykładów.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: wszystkie

39. ODDZIAŁYWANIE URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH (OBIERALNY) NA ŚRODOWISKO

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	2 ^e	1	1	-	-

Treść wykładu:

Zagrożenie porażeniowe urządzeń elektrycznych i ochrona przeciwporażeniowa. Zakłócenie radioelektryczne generowane przez elektryczne urządzenia przemysłowe i urządzenia gospodarstwa domowego. Sposoby ograniczania tych zakłóceń. Zakłócenia akustyczne powodowane pracą urządzeń elektrycznych i sposoby ich ograniczenia. Oddziaływanie urządzeń oświetleniowych na środowisko. Wpływ pól elektromagnetycznych linii elektroenergetycznych na środowisko. Zagrożenie pożarowe i wybuchowe powodowane przez instalacje elektryczne. Sposoby ograniczenia tych zagrożeń.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: Elektrotermia przemysłowa

40. POMIARY I REGULACJA TEMPERATURY

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	1	p	s
VII	2	1	-	-	-
VIII	2 ^e	1	3	-	-

Treść wykładu:

S e m e s t r VII

Pomiary temperatury.

Klasyfikacja metod pomiaru temperatury. Metody nieelektryczne. Metody elektryczne. Termometry termoelektryczne. Termometry rezystancyjne. Termometry termistorowe i półprzewodnikowe. Pirometry radiacyjne, fotoelektryczne monochromatyczne i pasmowe, pirometry z zanikającym włóknem, pirometry dwubarwowe. Własności dynamiczne czujników termometrycznych. Pomiar temperatury wsadów w piecach elektrycznych, pomiar temperatury gazów, pomiar temperatury powierzchni ciał stałych. Międzynarodowa praktyczna skala temperatury.

S e m e s t r VIII

Regulacja temperatury.

Wstęp. Obiekty regulacji temperatury, identyfikacja i opis własności. Metody regulacji temperatury, klasyfikacja, wiadomości ogólne. Regulacja ciągła, nieciągła i niby- ciągła. Regulacja programowa. Regulatory i urządzenia dodatkowe.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: Elektrotermia przemysłowa

41. TERMOKINETYKA

1. Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	2	1	-	-	-
VIII	2 ^e	1	-	-	-

2. Treść wykładu:

S e m e s t r VII

Pojęcia podstawowe i bilans cieplny. Kondukcja ciepła w układach jedno i wielowarstwowych. Swobodna i wymuszona konwekcja ciepła. Radiacja ciepła; podstawowe prawa fizyczne, radiacyjna wymiana ciepła w układach o różnej konfiguracji, ekrany cieplne. Złożona wymiana ciepła. Wymiana ciepła przez powierzchnie uźebrowane.

S e m e s t r VIII

Podstawowe zależności dotyczące nieustalonej wymiany ciepła. Kryterium nagrzewania ciał. Nagrzewanie bez wewnętrznych spadków temperatury. Nagrzewanie z wewnętrznymi źródłami ciepła. Metody rozwiązywania zagadnień przepływu ciepła w stanach ustalonych i nieustalonych: analityczne, graficzne, numeryczne, modelowanie elektryczne zagadnień cieplnych.

3. Ćwiczenia

Ćwiczenia rachunkowe obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ
 Kierunek dyplomowania: Elektrotermia przemysłowa

42.NAGRZEWANIE REZYSTANCYJNE

1. Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	p	s
VIII	2	1	-	-	-
IX	2 ^e	-	-	3	-

2. Treść wykładu

S e m e s t r VIII

Bilans energetyczny urządzeń elektrotermicznych, moc grzejna, moc użyteczna i moc strat cieplnych, sprawność. Nagrzewanie rezystancyjne pośrednie. Rodzaje i budowa elektrycznych pieców do obróbki cieplnej. Obliczanie elementów grzejnych metalowych i niemetalowych i izolacji cieplnej pieców. Wyposażenie pieców elektrycznych; zasilanie i sterowanie, zabezpieczenia, atmosfery ochronne. Nagrzewanie rezystancyjne cieczy (woda, sole, szkło), zagadnienia energetyczne, zasilanie i warunki pracy.

S e m e s t r IX

Termoelektroliza, zasilanie, zagadnienia energetyczne, warunki pracy. Nagrzewanie promiennikowe i rozkład napromieniowania i temperatury, budowa, rodzaje i zastosowanie promienników. Suszenie promiennikowe. Nagrzewanie rezystancyjne bezpośrednie w bezruchu i w ruchu. Zgrzewarki elektryczne. Nagrzewanie akumulacyjne.

3. Ćwiczenia

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu

4. Projektowanie

Tematyka zajęć dotyczy projektowania urządzeń do nagrzewania rezystancyjnego.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: Elektrotermia przemysłowa

43. TEORIA NAGRZEWANIA W POLACH PRZEMIENNYCH

1. Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	2 ^e	1	-	-	-

2. Treść wykładu

Równania różniczkowe i całkowe opisujące indukcyjne układy grzejne. Modele matematyczne. Równania różniczkowe i całkowe opisujące pojemnościowe układy grzejne. Modele matematyczne. Metody rozwiązywania równań opisujących indukcyjne i pojemnościowe układy grzejne. Rozwiązanie układu jednowymiarowego. Fala płaska podająca na wsad o nieskończonych i skończonych wymiarach. Model fizyczny. Układy cylindryczne w polu wzdłużnym. Wsad o nieskończonych i skończonych wymiarach. Rozwiązywanie układów dwuwymiarowych. Wzbudnik o skończonych wymiarach. Wsad o nieskończonych i skończonych wymiarach. Obliczanie parametrów elektrycznych układów zastępczych. Metoda oporów wzniesionych. Metoda oporów magnetycznych. Metody obliczania impedancji własnych i wzajemnych indukcyjnych układów sprzężonych.

3. Ćwiczenia

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: Elektrotermia przemysłowa

44.NAGRZEWANIE INDUKCYJNE I DIELEKTRYCZNE

1. Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ó	l	p	s
VIII	3	2	-	-	-
IX	2 ^e	1	-	2	-

2. Treść wykładu

S e m e s t r VIII

Analiza własności indukcyjnego układu grzejnego w oparciu o schemat zastępczy układu wzбудnik-wsad. Nagrzewanie skrośne metalu - obliczanie wzбудników. Układy grzejne o polu poprzecznym. Wskaźniki ekonomiczne przy nagrzewaniu indukcyjnym skrośnym. Hartowanie powierzchniowe - dobór parametrów hartowania, obliczanie wzбудników. Indukcyjne topienie metali - piece kanałowe, piece tyglowe. Siły elektrodynamiczne w piecach topielnych. Budowa, konstrukcja i charakterystyki reluktancyjnych generatorów maszynowych. Falowniki tyrystorowe do nagrzewania indukcyjnego.

S e m e s t r IX

Generatory lampowe w.cz do nagrzewania indukcyjnego. Obwody dopasowujące generatorów w.cz. Transformatory średniej częstotliwości. Nagrzewnice częstotliwości sieciowej. Specjalne zastosowanie nagrzewania indukcyjnego. Nagrzewanie dielektryczne-zastosowanie, eksploatacja nagrzewnic. Urządzenia grzejne mikrofalowe-budowa i zastosowanie. Zagadnienia konstrukcyjne dotyczące nagrzewnic indukcyjnych i dielektrycznych.

3. Ćwiczenia

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

4. Projektowanie

Tematyka zajęć dotyczy projektowania urządzeń do nagrzewania indukcyjnego.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: Elektrotermia przemysłowa

45. LABORATORIUM ELEKTROTERMII

1. Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	1	p	s
VIII	-	-	3	-	-
IX	-	-	3	-	-

2. Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień wymiany ciepła i metod grzejnych.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: Elektrotermia przemysłowa

46. WYBRANE METODY GRZEJNE

1. Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	2 ^e	-	-	-	-

2. Treść wykładu

Nagrzewanie łukowe. Obwód elektryczny pieca łukowego, rola i dobór elementów tego obwodu. Charakterystyki robocze pieców łukowych, wybór optymalnych warunków pracy pieca. Regulacja mocy pieca. Nagrzewanie łukowo-rezystancyjne. Nagrzewanie plazmowe. Plazma i jej własności. Plazmotrony, konstrukcja i charakterystyki pracy. Rodzaje palników plazmowych. Konstrukcja pieców plazmowych. Zastosowanie przemysłowe plazmy. Urządzenia próżniowe w elektrotermii: Próżnia i jej własności. Pompy próżniowe, konstrukcja i charakterystyki pracy. Zawory i przewody łączące. Aparatura pomiarowa próżni. Grzejnictwo elektronowe: Wyrzutnie elektronów w urządzeniach elektrotermicznych. Konstrukcje pieców elektronowych do topienia metali. Układy zasilające.

Lasery i Masery w elektrotermii: Zasada działania, konstrukcja i charakterystyki pracy. Zastosowania przemysłowe.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: Automatyzacja procesów elektrotermicznych

47. POMIARY TEMPERATURY

1. Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	3 ^e	2	-	-	-
VIII	-	-	3	-	-

2. Treść wykładu:

Międzynarodowa praktyczna skala temperatury. Klasyfikacja metod pomiaru temperatury. Termometry nieelektryczne. Termometry termoelektryczne. Termometry rezystancyjne. Termometry termistorowe. Termometry kwarcowe. Pirometry radiacyjne, fotoelektryczne (monochromatyczne i pasmowe), pirometry monochromatyczne z zanikającym włóknem, pirometry dwubarwowe. Rejestracja temperatury (analogowa i cyfrowa). Termografia. Własności dynamiczne czujników termometrycznych. Pomiary temperatur szybkozmiennych. Pomiary temperatury powierzchni ciał stałych. Pomiary temperatury gazu. Pomiary temperatury w urządzeniach elektrotermicznych. Błędy pomiaru temperatury. Wzorcowanie i sprawdzanie przyrządów do pomiaru temperatury.

3. Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

4. Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: Automatyizacja procesów elektrotermicznych

48. REGULACJA TEMPERATURY

1. Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	4 ^e	2	-	-	-
IX	-	-	3	3	-

2. Treść wykładu:

Obiekty regulacji temperatury identyfikacja i opis. Wpływ czujnika termometrycznego i wsadu na własności obiektu. Przykłady opisu różnych obiektów. Metody regulacji temperatury klasyfikacja. Regulacja ciągła, regulacja nieciągła. Regulacja niby-ciągła, metody, optymalne nastawy. Układy specjalne, układy wielostrefowe. Regulacja programowa. Regulatory temperatury nadajniki programu, członzy wykonawcze. Wybrane układy regulacji, metody syntezy.

3. Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu

4. Laboratorium

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

5. Projektowanie:

Zajęcia projektowe obejmują wykonanie projektu związanego z tematyką wykładów.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: Automatyizacja procesów elektrotermicznych

49. WYBRANE DZIAŁY Z TERMOKINETYKI

1. Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	3 ^e	1	-	-	-

2. Treść wykładu:

Podstawowe prawa kondukcji ciepła. Podstawy przejmowania ciepła przy naturalnym i wymuszonym opływie ciał oraz przepływie przez kanały. Wymiana ciepła przez radiację między powierzchniami rozdzielonymi ośrodkiem przezroczystym. Wymiana ciepła w ośrodku pochłaniającym promieniowanie. Nieustalone przejmowanie ciepła. Wybrane metody rozwiązywania zagadnień ustalonej i nieustalonej kondukcji ciepła.

3. Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: Automatyzacja procesów elektrotermicznych

50.ELEKTROTERMIA

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	4 ^e	3	-	-	-
IX	-	-	3	-	-

Treść wykładu:

Klasyfikacja metod elektrotermicznych. Nagrzewanie rezystancyjne pośrednie, rodzaje urządzeń i ich własności charakterystyczne. Nagrzewanie rezystancyjne bezpośrednie. Nagrzewanie elektrodowe. Nagrzewanie podczerwienią. Nagrzewanie indukcyjne częstotliwością sieciową, podwyższoną i wielką. Urządzenia ich własności i zastosowania. Nagrzewanie dielektryczne i mikrofalowe. Nagrzewanie łukowe, typowe piece łukowe ich własności i zastosowania. Współpraca urządzeń elektrotermicznych z siecią zasilającą. Urządzenia elektrotermiczne jako część zautomatyzowanych linii produkcyjnych.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: Automatyzacja procesów elektrotermicznych

51. WYBRANE DZIAŁY AUTOMATYKI

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	2 ^e	2	-	-	-

Treść wykładu:

Modelowanie urządzeń elektrotermicznych. Estymacja parametrów modeli. Pojęcie sygnału w zastosowaniu do modelowania procesów elektrotermicznych. Identyfikacja własności statycznych i dynamicznych urządzeń elektrotermicznych-przegląd metod. Identyfikacja typu-"off-line" i "on-line". Zastosowanie komputerów do modelowania i sterowania procesami elektrotermicznymi.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: Automatyzacja procesów elektrotermicznych

52. ŹRÓDŁA ZASILANIA URZĄDZEŃ ELEKTROTERMICZNYCH

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	2 ^e	1	-	-	-

Treść wykładu:

Ogólna charakterystyka urządzeń elektrotermicznych jako odbiorników energii elektrycznej. Wymagania stawiane źródłom zasilania urządzeń elektrotermicznych. Zasilanie urządzeń elektrotermicznych z sieci 50 Hz-układy symetryzujące, zastosowanie układów wielofazowych, regulacja mocy i współczynnika mocy odbiornika. Falowniki tyrystorowe średniej częstotliwości-zastosowanie, układy sterowania i zabezpieczeń. Generatory maszynowe-budowa i eksploatacja. Charakterystyki generatorów maszynowych - współpraca generatora z odbiornikiem. Generatory lampowe w.cz.-zastosowane, budowa, eksploatacja. Układy wyjściowe generatorów w.cz. Zakłócenia radioelektryczne wytwarzane przez urządzenia elektrotermiczne. Sposoby ograniczania zakłóceń. Własności statyczne i dynamiczne źródeł zasilania. Układy zasilania urządzeń pomocniczych - układy mieszające i transportu ciekłego metalu.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: Automatyzacja procesów elektrotermicznych

53. PROCESY I TECHNOLOGIE ELEKTROTERMICZNE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	2 ^e	1	-	-	-

Treść wykładu:

Wiadomości wstępne. Układy sterowania i programowania z uwzględnieniem przenoszenia wsadu w następujących procesach:

- nagrzewanie dla celów obróbki plastycznej,
- nagrzewanie dla celów hartowania,
- procesy topienia metali,
- procesy obróbki cieplnej niemetalii,
- produkcja i obróbka szkła metodami elektrotermicznymi,
- procesy produkcji półprzewodników,
- metody elektrotermiczne w procesach chemicznych.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: Oświetlenie elektryczne

54. PODSTAWY TECHNIKI ŚWIETLNEJ

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	4 ^e	2	-	-	-

Treść wykładu:

Światło i promieniowanie, istota światła, widmo świetlne, barwy światła, wrażliwość wzroku na barwy. Wielkości świetlne, ich określenia i jednostki, strumień świetlny, światłość, luminancja, natężenie oświetlenia. Rozpraszanie doskonałe światła. Obliczanie strumienia świetlnego i natężenia oświetlenia. Metoda punktowa, metoda sprawności oświetlenia, metoda mocy jednostkowej, punktowe, liniowe i powierzchniowe źródła światła. Oprawy oświetleniowe, podstawowe pojęcia i wielkości, klasyfikacja, przykłady. Temperatura barwowa. Źródła światła, żarówki zwykłe i jodowane, świetlówki, lampy rtęciowe, rtęciowo-żarowe, sodowe, tendencje przyszłościowe.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: Oświetlenie elektryczne

55. OŚWIETLENIE WNĘTRZ

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr:	W	Ć	1	p	s
VIII	2 ^e	1	-	3	-

Treść wykładu:

Podstawy projektowania urządzeń oświetleniowych. Dobór źródeł światła i opraw, rozmieszczenie opraw. Parametry oświetleniowe oraz kryteria dobrego oświetlenia. Gospodarcze zasady oświetlenia. Współpraca oświetlenia elektrycznego z oświetleniem dziennym. Optymalna liczba i moc opraw oświetleniowych. Zasady oraz metody wykonywania i oceny projektów oświetlenia wewnątrz. Oświetlenie przemysłowe. Oświetlenie robocze i awaryjne. Eksploatacja urządzeń oświetleniowych.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Projektowanie:

Zajęcia projektowe obejmują wykonanie projektu związanego z tematyką wykładów.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: Oświetlenie elektryczne

56. OŚWIETLLENIE ZEWNĘTRZNE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	2 ^e	1	-	-	-
IX	-	-	-	3	-

Treść wykładu:

Oświetlenie publiczne. Rola i zadania oświetlenia drogowego. Elementy fizjologii widzenia. Związek oświetlenia z planowaniem przestrzennym. Wymagania oświetleniowe. Olśnienie i luminacja jako kryteria jakości oświetlenia. Urządzenia oświetleniowe. Obliczenia oświetleniowe. Podstawy projektowania urządzeń oświetleniowych /dobór źródeł światła i opraw oświetleniowych, rozmieszczenie opraw, czas użytkowania oświetlenia, podstawowe parametry oświetleniowe, określenie wymagań oświetleniowych według kategorii, klasy i funkcji ulicy, natężenia ruchu i strefy zabudowy/. Charakterystyka oświetlenia terenów otwartych /drogi i ulice, dzielnice przemysłowe, dzielnice mieszkaniowe, tereny rekreacyjne, rozległe tereny otwarte, skrzyżowania drogowe, przejścia dla pieszych, tunele wiadukty, estakady/. Oświetlenie towarzyszące /iluminacja, oświetlenie wystaw, reklamy, znaki drogowe, sygnalizacja świetlna/. Eksploatacja urządzeń oświetlenia zewnętrznego. Przykłady oświetlenia zewnętrznego.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Projektowanie:

Zajęcia projektowe obejmują wykonanie projektu związanego z tematyką wykładów.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: Oświetlenie elektryczne

57. MIERNICTWO TECHNIKI ŚWIETLNEJ

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	w	ć	l	p	s
VIII	5 ^e	-	3	-	-
IX	-	-	3	-	-

Treść wykładu:

Prawa i zależności ważne w fotometrii. Podstawy fotometrii wzrokowej i fizycznej. Podstawowe zagadnienia elektryczne w pomiarach fotometrycznych. Wzorce świetlne. Metody osłabiania w fotometrii. Podstawowe pomiary fotometryczne: pomiar światłości, pomiar luminancji, wyznaczanie przestrzennego rozkładu światła, pomiar strumienia świetlnego, pomiar natężenia oświetlenia, pomiar temperatury rozkładu widmowego, pomiar ilości światła. Specjalne pomiary świetlne: pomiar świetlnych parametrów materiałów, pomiar przepuszczalności układu optycznego, pomiary świetlne rzutników, pomiary świetlne projektorów. Podstawy spektrofotometrii. Podstawy kolorymetrii. Właściwości odbiorników fizycznych stosowanych w fotometrii. Niektóre wiadomości o wyposażeniu laboratorium fotometrycznego.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: PRZETWARZANIE I UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kierunek dyplomowania: Oświetlenie elektryczne

58. SIECI I INSTALACJE OŚWIETLENIOWE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	2 ^e	-	-	-	-
VIII	-	2	-	3	-

Treść wykładu:

Wiadomości ogólne o sieciach oświetleniowych. Podstawowe rozwiązania sieci wewnątrzzakładowej w aspekcie zasilania oświetlenia. Typowe rozwiązania głównych stacji zasilających i stacji oddziałowych. Rozwiązania sieci oświetleniowych w zakładzie przemysłowym. Sterowanie sieci, oświetlenie podstawowe i awaryjne. Sposoby zasilania oświetlenia awaryjnego. Rozwiązania sieci oświetlenia zewnętrznego. Sterowanie sieci. Specyficzne cechy lamp fluorescencyjnych i wyładowczych jako odbiorników trójfazowej sieci oświetleniowej. Dobór przewodów oraz aparatury łączeniowej i zabezpieczającej w instalacjach oświetleniowych. Zasady regulacji strumienia świetlnego w instalacjach oświetleniowych. Możliwości zasilania obwodów oświetleniowych napięciem podwyższonej częstotliwości.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Projektowanie:

Zajęcia projektowe obejmują wykonanie projektu związanego z tematyką wykładów.

Specjalność: TRAKCJA ELEKTRYCZNA

26. ZASADY KOLEJNICTWA

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VI	3 ^e	1	-	-	-

Treść wykładu:

Systemy transportowe. Klasyfikacja linii kolejowych. Drogi żelazne. Budowa i parametry toru kolejowego i rozrządów. Stacje kolejowe. Sygnalizacja kolejowa: systemy, sygnalizatory, sygnalizacja na posterunku ruchu i na szlaku. Kontrola zajęcia toru. Obwody torowe: budowa, parametry odcinka izolowanego, równania obwodu torowego, prąd trakcyjny w obwodzie torowym, dławik torowy. Obwody z separacją elektryczną, czujniki i liczniki osi. Sterowaniem ruchem na stacji i na szlaku: systemy stacyjne urządzeń sterowania ruchem, urządzenia typu EI; systemy samoczynnej blokady liniowej, przykłady rozwiązań. Łączność w kolejnictwie. Organizacja kierowania ruchem na stacji szlaku.

Ćwiczenia:

Projekt planu schematycznego stacji.

Specjalność: TRAKCJA ELEKTRYCZNA

27. TEORIA TRAKCJI ELEKTRYCZNEJ

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VI	2 ^e	1	-	-	-
VII	3 ^e	2	-	-	-
IX	-	-	-	3	-

Treść wykładu:

S e m e s t r VI

Systemy trakcji elektrycznej i ich rozwój. Dynamika ruchu pojazdu. Opory ruchu. Przyczepność. Siła przyśpieszająca i przyśpieszenie ruchu pociągu. Silniki trakcyjne. Równanie stanu silnika i lokomotywy. Charakterystyki trakcyjne lokomotyw. Regulacja prędkości lokomotyw. Rozruch lokomotyw elektrycznych. Obliczanie układu rozruchu lokomotyw. Obliczanie przekładni. Hamowanie pojazdów trakcji elektrycznej. Metody hamowania elektrycznego. Obliczenia układów hamowania elektrycznego. Stany przejściowe i charakterystyki dynamiczne hamowania elektrycznego. Hamowanie z odzyskiem energii. Układy hamowania rekuperacyjnego. Obliczanie trakcyjne.

S e m e s t r VII

Obliczenia zużycia energii elektrycznej. Obliczenia mocy lokomotyw. Straty i sprawność silników trakcyjnych. Prąd zastępczy silnika. Nagrzewanie się silników trakcyjnych. Analiza nagrzewania się uzwojeń silnika w czasie pracy lokomotyw. Dobór mocy silników trakcyjnych. Lokomotywy prądu przemiennego. Lokomotywy wielosystemowe.

Ćwiczenia i projektowanie

Ćwiczenia i projekt obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: TRAKCJA ELEKTRYCZNA

28. TABOR TRAKCJI ELEKTRYCZNEJ

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	1	-	-	-	-
VIII	3 ^e	2	2	-	-

Treść wykładu:

S e m e s t r VII

Krótki rys historyczny rozwoju elektrycznych pojazdów trakcyjnych. Klasyfikacja elektrycznych pojazdów trakcyjnych. Podział obwodów elektrycznych taboru. Regulacja prędkości elektrycznych pojazdów trakcyjnych. Zabezpieczenia obwodów elektrycznych taboru. Aparatura obwodu głównego: odbieraki prądu, odłączniki główne, wyłączniki szybkie, styczniki indywidualne i grupowe, oporniki rozruchowe, nawrotniki.

S e m e s t r VIII

Obwody rozrządowe: rozrząd bezpośredni i pośredni, nastawnik jazdy, napędy styczników grupowych, przekaźniki samoczynnego rozruchu i hamowania, rozruch wielostopniowy i bezstopniowy. Obwody pomocnicze: układy przetwornic napięcia, maszyny pomocnicze, obwody ogrzewania elektrycznego. Układy osi w podwoziu. Nierównomierność obciążenia się osi wskutek pracy silników. Ruchy pasożytnicze. Budowa zasadniczych zespołów mechanicznych taboru: podwozie, pudła, uresorowanie, urządzenia sprzęgowe i zderznie. Układy napędowe bezpośrednie, korbowe i przez przekładnię zębatą z półodsprężynowanym i całkowicie odsprężynowanym zawieszeniem silników trakcyjnych. Układy hamulcowe: rodzaje hamulców, budowa zasadniczych elementów układu hamulcowego, zmieniające hamowność, hamulce elektropneumatyczne.

Ćwiczenia i laboratorium:

Ćwiczenia i laboratorium obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: TRAKCJA ELEKTRYCZNA

29. ELEKTROENERGETYKA TRAKCYJNA

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	3 ^e	1	-	-	-
VIII	2 ^e	1	-	-	-
IX	-	-	2	3	-

Treść wykładu:

S e m e s t r VII

Systemy elektroenergetyczne w trakcji elektrycznej. Układy energetyczne w systemie prądu stałego. Sieć powrotna i prądy błędzące. Obliczenia układu zasilającego. Obliczenia elektrycznych sieci trakcyjnych w oparciu o znany rozkład jazdy pociągów. Obliczenia sieci trakcyjnych w oparciu o dane natężenia ruchu pociągów. Obliczanie mocy podstacji trakcyjnych. Obliczanie zwarć w układzie energetycznym trakcji elektrycznej.

S e m e s t r VIII

Budowa i układy podstacji trakcyjnych. Dobór zespołów prostowniczych. Zabezpieczenia układu zasilającego i sieci trakcyjnych. Aparatura zabezpieczająca podstacje i sieć trakcyjną. Sekcjonowanie sieci trakcyjnej. Obliczanie elektrycznych sieci powrotnych. Metody ochrony urządzeń przed prądami błędzącymi.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Projektowanie:

Zajęcia projektowe obejmują wykonanie projektu związanego z tematyką wykładu.

Specjalność: TRAKCJA ELEKTRYCZNA

30. SIECI TRAKCYJNE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	2	1	-	-	-
IX	1 ^e	-	-	2	-

Treść wykładu:

S e m e s t r VIII

Wiadomości ogólne. Systemy sieci jezdnej. Przewody sieci jezdnej. Równanie krzywej łańcuchowej. Zwis przewodu. Rozpiętość graniczna. Maksymalne naprężenie w przewodzie. Rozpiętość przełomowa. Dodatkowe obciążenie przewodu. Równanie stanów. Rozpiętość zastępcza. Sieci o zawieszeniu wielokrotnym. Równanie stanów sieci łańcuchowej. Sieć półskompensowana. Sieć skompensowana. Elastyczność sieci trakcyjnych. Współpraca odbieraka z siecią.

S e m e s t r IX

Budowa sieci tramwajowej. Budowa sieci trolejbusowej. Budowa sieci kolejowej. Konstrukcja odbieraków dla dużych prędkości jazdy.

Projektowanie:

Zajęcia projektowe obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: TRAKCJA ELEKTRYCZNA

31. AUTOMATYZACJA W TRAKCJI ELEKTRYCZNEJ

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	1	p	s
VIII	2	-	-	-	-
IX	1 ^e	-	2	-	-

Treść wykładu:

Procesy elektotrakcyjne i bezpieczne układy sterowania. Elementy automatyki kolejowej. Przekazywanie wiadomości do pojazdu. Klasyfikacja systemów. Punktowe przekazywanie wiadomości. Układy z rezonansem szeregowym i równoległym. Ciągłe przekazywanie wiadomości. Podział rozwiązań. Kodowanie. Kluczowanie częstotliwości i fazy. Rozwiązania modulatorów i demodulatorów. Ciągłe przekazywanie za pomocą obwodu torowego. Ciągłe przekazywanie za pomocą obwodu międzyszynowego. Przykłady rozwiązań. Zakłócenia transmisji od prądu trakcyjnego. Metody prowadzenia pojazdu trakcyjnego. Automatyzacja prowadzenia pojazdu. Systemy kontroli czuwania maszynisty. Przykłady rozwiązań. Samoczynne hamowanie służbowe. Generator prędkości zadanej. Układ blokowy i przykłady rozwiązań. Samoczynna jazda z prędkością zadaną. Przykłady. Zdalne sterowanie układem zasilania. Schemat blokowy i przykłady rozwiązań.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: TRAKCJA ELEKTRYCZNA

32. KOMUNIKACJA MIEJSKA

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	2 ^e	-	-	-	-

Treść wykładu:

Wiadomości ogólne. Pojęcie komunikacji miejskiej, historia. Tendencje rozwojowe. Układ komunikacyjny miasta. Układy sieci dróg miejskich. Klasyfikacja ulic i placów. Podstawy planowania sieci komunikacji zbiorowej. Charakterystyka ruchu miejskiego. **Więźba, izochrony.** Potoki ruchu. Mechanika i organizacja ruchu ulicznego. Zasady organizacji i regulacji ruchu. Budowa węzłów komunikacyjnych. Przepustowość ulic, węzłów i tras komunikacji zbiorowej. Wybór i zapotrzebowanie środków komunikacji zbiorowej. Cechy charakterystyczne, względy higieniczne, ekonomiczne i inne. Typowe rozwiązania i charakterystyki techniczno-ruchowe. Potrzebna ilość taboru, sposoby przystosowania podaży miejsc do potrzeb przewozowych. Marszrutyzacja linii komunikacyjnych. Rodzaje marszrut, przystanki. Organizacja i kontrola ruchu komunikacji zbiorowej. Rozkłady jazdy. Dyspozycja ruchu i kontrola regularności ruchu. Koszty eksploatacyjne, rodzaje taryf. Zaplecze techniczne. Rodzaje obsługi i napraw. Obiekty zaplecza technicznego. Zasilanie tramwajów, trolejbusów i SKM. /stacje trakcyjne, sieci trakcyjne, prądy błądzące/. Tory - budowa i wymagania.

Specjalność: TRAKCJA ELEKTRYCZNA

33. GOSPODARKA I ORGANIZACJA TRAKCJI ELEKTRYCZNEJ

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	2 ^e	2	-	-	-

Treść wykładu:

Gospodarka taborem elektrotrakcyjnym. Utrzymanie i naprawy. Organizacja zakładów naprawczych i elektrowozowni. Wytyczne prowadzenia pociągu elektrycznego. Wpływ czasu jazdy pod prądem na prędkość pociągu. Kryteria gospodarcze wyboru prędkości technicznej. Optymalna prędkość techniczna i moc średnia elektrowozu. Organizacja ruchu kolejowego i wpływ odległości międzyprzystankowej na koszty eksploatacyjne, wpływ zatrzymań i zwolnień szlakowych na zużycie energii, rozkład jazdy. Problem ciężarów pociągów towarowych. Nakłady inwestycyjne i koszty eksploatacyjne urządzeń trakcji elektrycznej. Analiza porównawcza systemów trakcyjnych. Porównanie właściwości technicznych i eksploatacyjnych. Progi opłacalności elektryfikacji kolei. Porównanie techniczno-ekonomiczne systemu prądu stałego i przemiennego. Perspektywiczny zakres elektryfikacji kolei.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: TRAKCJA ELEKTRYCZNA

34. ENERGOELEKTRONIKA TRAKCYJNA

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	2 ^e	-	-	-	-
IX	-	-	-	3	-

Treść wykładu:

Systematyka układów energoelektronicznych. Celowość stosowania. Rozruch impulsowy. Układy tyrystorowych przekształtników impulsowych. Analiza przebiegów napięć i prądów. Układy wielofazowe przekształtników impulsowych. Przykłady rozwiązań pojazdów trakcyjnych z ruchem impulsowym. Układy impulsowego hamowania oporowego i odzyskowego. Impulsowa regulacja wzbudzenia silników trakcyjnych prądu stałego. Układy sterowania asynchronicznymi silnikami trakcyjnymi za pomocą falowników niezależnych. Regulacja napięcia falowników zasilających asynchroniczne silniki trakcyjne. Analiza przebiegów napięć i prądów falowników. Przykładowe rozwiązania lokomotyw z falownikami i asynchronicznymi silnikami trakcyjnymi. Przetwornice zasilające urządzenia niskiego napięcia w taborze trakcyjnym. Przykładowe rozwiązania.

Projektowanie

Zajęcia projektowe obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: TRAKCJA ELEKTRYCZNA

35. UKŁADY CYFROWE I ANALOGOWE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	2	-	-	-	-
VIII	-	-	2	-	-

Treść wykładu:

Algebra Boole'a. Zapis funkcji logicznych. Funktory logiczne. Opis logiczny przerzutników RS, JK, E, D. Techniki realizacji elementów logicznych RTL, DTL, TTL. Kodowanie sygnałów. Synteza typowych członków układów cyfrowych, rejestry, liczniki pamięci, multipleksery cyfrowe. Wzmacniacz operacyjny - podstawowe parametry, schemat zastępczy. Realizacja wzmacniacza napięciowego, prądowego, transrezystancyjnego, transkonduktancyjnego. Łączniki sygnałów analogowych, multipleksery analogowe. Komperatory i przekaźniki elektroniczne. Wzmacniacze różnicowe i instrumentacyjne. Integratory i układy różniczkujące. Układy analogowe o działaniu impulsowym.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: TRAKCJA ELEKTRYCZNA

Kierunek dyplomowania: wszystkie

36. SIECI ELEKTROENERGETYCZNE

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VII	2 ^e	1	-	-	-

Treść wykładu:

Wymagania stawiane sieciom elektroenergetycznym. Modele matematyczne linii przesyłowych, transformatorów i innych elementów sieci. Schematy zastępcze elementów sieci stosowane w praktycznych obliczeniach sieciowych. Podstawowe obliczenia sieciowe: rozptył prądów i mocy, spadki napięcia, straty mocy. Obliczenia prądów zwarciovych trójfazowych. Obliczanie prądów zwarcia z ziemią w układzie trójfazowym z izolowanym punktem zerowym. Kompensacja prądów ziemnozwarciowych. Typowe rozwiązania sieci wysokich i średnich napięć oraz stacji elektroenergetycznych. Zabezpieczenia stosowane w tych sieciach, ich dobór i wzajemna współpraca. Rozwiązania automatyki SPZ i SZR. Metody regulacji napięcia i mocy biernej oraz stosowane rozwiązania praktyczne. Wpływ wyższych harmonicznych generowanych przez sieć trakcyjną na pracę sieci zasilającej. Filtry wyższych harmonicznych. Wpływ jakości energii dostarczonej do sieci trakcyjnej na jej pracę. Dobór przekroju przewodów na nagrzewanie prądem roboczym, na nagrzewanie prądem zwarciovym, na dopuszczalny spadek napięcia, na minimum kosztów rocznych. Zasady doboru innych urządzeń elektroenergetycznych.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: TRAKCJA ELEKTRYCZNA

Kierunek dyplomowania: wszystkie

37. MATERIAŁOZNAWSTWO ELEKTROTECHNICZNE

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	1	p	s
V	2 ^e	-	-	-	-
VI	-	-	2	-	-

Treść wykładu:

Struktura materiałów. Klasyfikacja materiałów. Przegląd parametrów i charakterystyk materiałowych. Materiały elektroizolacyjne: Podstawowe zjawiska (polaryzacja, przewodnictwo, straty, przebicie), parametry i charakterystyki. Starzenie i badanie starzeniowe. Klasy izolacji. Dielektryki lotne i ciekłe. Stałe dielektryki organiczne i nieorganiczne. Hermetyzacja. Materiały przewodzące: klasyfikacja, parametry techniczne. Materiały o dużej konduktywności. Materiały rezystancyjne. Materiały stykowe. Materiały półprzewodnikowe: podstawowe rodzaje, właściwości, charakterystyki i parametry. Materiały magnetyczne: charakterystyki i parametry. Klasyfikacja. Materiały magnetyczne miękkie. Materiały magnetyczne twarde.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczące zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: TRAKCJA ELEKTRYCZNA

Kierunek dyplomowania: wszystkie

39. ELEKTROTERMIA

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	2	-	-	-	-

Treść wykładu:

Podstawy wymiany ciepła w stanach cieplnie ustalonych i nieustalonych. Wybrane metody elektrotermiczne: nagrzewanie rezystancyjne bezpośrednie i pośrednie, nagrzewanie promiennikowe, nagrzewanie indukcyjne skrośne i powierzchniowe, nagrzewanie dielektryczne. Wybrane zagadnienia z pomiarów i regulacji temperatury. Przykłady zastosowań elektrotermii w trakcji, dotyczące między innymi: konstrukcji, eksploatacji i remontu taboru, aparatury trakcyjnej, torów.

Specjalność: TRAKCJA ELEKTRYCZNA

Kierunek dyplomowania: wszystkie

40. ELEKTRYCZNE APARATY TRAKCYJNE

Godziny zajęć tygodniowo według planu:

Semestr	W	Ć	l	p	s
VIII	2	-	-	-	-

Treść wykładu:

Parametry znamionowe łączników (normalne dorywcze, zwarciove). Warunki układowe i środowiskowe pracy łączników trakcyjnych pojazdowych i stacyjnych. Zasady doboru łączników do pracy w różnych warunkach obwodowych (roboczych, przeciążeniowych, zakłóceńowych). Podstawy działania i budowy oraz przykłady rozwiązań konstrukcyjnych łączników pojazdowych i sieciowych (rozłączników, nastawników, sterowników, styczników, wyłączników). Przekazniki pomocnicze sterujące i zabezpieczające (zasady działania, budowy, doboru, eksploatacji, parametry znamionowe). Wybrana aparatura i układy pojazdowe: rozruchowe, samoczynnego sterowania, ochrona przeciwprzepięciowa itp.). Tendencje rozwojowe w budowie łączników, uwarunkowania technologiczne, konstrukcyjne, eksploatacyjne.

Specjalność: TRAKCJA ELEKTRYCZNA

Kierunek dyplomowania: wszystkie

41. DZIAŁY WYBRANE Z TABORU TRAKCJI ELEKTRYCZNEJ

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	3 ^e	-	-	-	-

Treść wykładu:

Urządzenia elektryczne taboru prądu przemiennego. Regulacja prędkości w lokomotywach prądu przemiennego. Urządzenia elektryczne taboru autonomicznego. Pojazdy spalinowo-elektryczne. Porównanie przekładni mechanicznej, hydraulicznej i elektrycznej pojazdów spalinowych. Układy regulacji pojazdów spalinowo-elektrycznych. Perspektywy zastosowania nowych źródeł energii - ogniwa paliwowe, akumulatory specjalne. Koleje niekonwencjonalne: podwieszone i jednoszynowe. Koleje na poduszce powietrznej i magnetycznej. Urządzenie elektryczne kolei poduszkowych. Zasada działania i charakterystyki kolejowych silników liniowych.

Specjalność: TRAKCJA ELEKTRYCZNA

Kierunek dyplomowania: wszystkie

42. DZIAŁY WYBRANE Z ELEKTROENERGETYKI TRAKCYJNEJ

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	l	p	s
IX	3 ^e	-	-	-	-

Treść wykładu:

Jakość energii elektrycznej w układzie zasilania. Czynniki wpływające na jakość energii i jej wpływ na pracę taboru. Metody poprawy jakości energii w układzie trakcyjnym. Połączenie poprzeczne, zespoły dawcze. Praca układu energetycznego przy rekuperacji energii - układy zapewniające możliwość zwrotu energii. System prądu przemiennego. Rozwiązania układu energetycznego prądu przemiennego. Obliczenia elektrycznych sieci trakcyjnych prądu przemiennego. Metody ochrony przed prądami błędzącymi.

Specjalność: TRAKCJA ELEKTRYCZNA

Kierunek dyplomowania: wszystkie

43. DZIAŁY WYBRANE Z AUTOMATYCZNEGO PROWADZENIA POJAZDÓW

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ó	L	p	s
IX	3 ^e	-	-	-	-

Treść wykładu:

Punktowe przekazywanie wiadomości z wykorzystaniem zmian fazy i częstotliwości. Nowe metody kontroli zajęcia torów i nowe systemy sterowania ruchem. Systemy kontroli dyspozytorskiej. Automatyzacja sterowania pociągami na liniach metra. Warianty z wypracowaniem prędkości w pojeździe i przy torze. System automatycznej regulacji prędkości i automatycznego prowadzenia pojazdu. Przykłady rozwiązań.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

27. PRZEKSZTAŁTNIKI

Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
V	2	-	-	-	-
VI	-	-	2	-	-

Treść wykładu:

Wstęp. Definicje i określenia ogólne. Charakterystyki zaworów półprzewodnikowych. Parametry katalogowe tyrystorów. Dobór prądu znamionowego diod i tyrystorów. Klasyfikacja przekształtników. Opis zjawiska komutacji. Rodzaje komutacji. Przekształtniki o sterowaniu fazowym. Prostowniki jednopulsowe z obciążeniem typu R, RL, RE, RLE, RC. Prostowniki dwupulsowe. Mostki trójfazowe 6D, 6T, 3T-3D ze szczególnym uwzględnieniem obciążenia typu RLE. Obliczanie komutacyjnego spadku napięcia. Mostki wielokrotne. Siecio-wzbudna praca falownikowa. Zjawisko przewrotu falownika. Układy przeciwso-bne z prądem obwodowym i bez niego. Sprawność i pobór mocy biernej. Generacja harmonicznych. Sterowanie impulsowe. Prze-rywacze okresowe i analiza podstawowego układu komutacji wymuszo-nej. Przemienniki częstotliwości. Zasada działania cyklokonwerto-ra. Zasada działania autonomicznego falownika napięciowego w ukła-dzie mostkowym. Tyrystorowe sterowniki mocy prądu przemienne-go. Budowa układów wyzwalań.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą ściśle zagadnień zawartych w treś-ci wykładu.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

28. UKŁADY CYFROWE

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VII	2	-	-	-	-
VIII	2 ^e	-	-	-	-
IX	-	-	3	-	-

Treść wykładu:

S e m e s t r VII:

Elementy cyfrowe. Elementy RTL, TTL, MOS. Podstawowe człony układów cyfrowych. Konwertery kodów. Komparatory. Multipleksery i demultipleksery. Rejestry. Liczniki jednokierunkowe. Liczniki rewersyjne. Dzielniki częstotliwości. Arytmetyczne układy licznikowe. Pamięci półprzewodnikowe: ROM, RAM, EPROM. Pamięci ferrytowe. Układy arytmetyczne. Zasady arytmetyki dwójkowej i dziesiętnej. Dwójkowe układy arytmetyczne. Dziesiętne układy arytmetyczne. Przetworniki B/BCD i ICD/B. Układy generowania impulsów. Układy wprowadzania i wyświetlania informacji. Układy sterujące. Sterowniki mikroprogramowalne.

S e m e s t r VIII:

Przetworniki A/C i C/A. Przetworniki napięcia w kod cyfrowy. Przetworniki kąta położenia w kod cyfrowy. Przetworniki kodu cyfrowego na napięcie. Cyfrowe przyrządy pomiarowe. Miernik czasu, częstotliwości i okresu. Miernik przesunięcia fazowego. Miernik prędkości obrotowej. Miernik poślizgu silników asynchronicznych. Termometr cyfrowy. Mostek cyfrowy. Załącznik fazowy. Przykłady przemysłowych układów sterowania. Regulatory cyfrowe. Regulator minimalno-czasowy. Regulator PID.

Przykłady rozwiązań regulatorów cyfrowych. Kalkulatory. Zastosowanie struktur kalkulatorowych do budowy przyrządów pomiarowych i układów sterowania. Mikroprocesory. Charakterystyka ogólna. Budowa i własności mikroprocesora 8080. System mikroprocesorowy MCS-80. Środki wspomagające projektowanie systemów.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

29. REGULATORY

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VII	3 ^e	1	-	-	-
VIII	-	-	3	-	-

Treść wykładu:

Klasyfikacja regulatorów, podstawowe parametry regulatorów. Właściwości regulatorów o działaniu ciągłym: regulator P, I, PI, PD, PD z inercją, PID, PID z inercją.

Główne części składowe regulatorów.

Struktury regulatorów o działaniu ciągłym

- obwódzenie wzmacniacza sprzężeniem zwrotnym,
- obwódzenie elementu całkującego sprzężeniem zwrotnym,
- połączenie szeregowo, równoległe, szeregowo-równoległe elementów.

Współpraca regulatorów o działaniu ciągłym z obiektem w postaci elementu inercyjnego I-go rzędu. Wybór rodzaju regulatora i dobór jego nastaw:

- wg cech przebiegów przejściowych,
- metody praktyczne: Zieglera-Nicholsa, Fernera,
- kryteria Kesslera.

Regulatory impulsowe. Współpraca regulatorów impulsowych z obiektem w postaci elementu inercyjnego I-go rzędu. Regulatory dwustawne.

Współpraca z obiektem w postaci elementu inercyjnego I-go rzędu.

Regulatory trójstawne i krokowe. Regulatory specjalne. Regulacyjne systemy blokowe.

Ćwiczenia i laboratorium:

Tematyka ćwiczeń audytoryjnych i laboratoryjnych wynika z programu wykładów.

Laboratorium:

Program laboratorium obejmuje następujące ćwiczenia:

1. Konwertery kodów i układy komutacyjne.
2. Układy czasowe i generacyjne.
3. Liczniki jednokierunkowe.
4. Liczniki rewersyjne.
5. Licznikowe układy arytmetyczne.
6. Rejestry i pamięci.
7. Sumatory i komparatory.
8. Podzielniki i podzielnikowe układy arytmetyczne.
9. Układ sterowania mechanizmem pozycyjnym.
10. Przetwornik analogowo-cyfrowy.
11. Układ regulacji cyfrowej napięcia prądnicy prądu stałego.
12. Cyfrowy regulator PID.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

30. ELEMENTY ENERGOELEKTRONIKI

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
V	2 ^e	-	-	-	-

Treść wykładu:

Fizyka półprzewodnikowych struktur złączowych wielowarstwowych. Budowa i technologia tyrystorów. Kryteria złączania. Wyzwalanie bramkowe i świetlne. Statyczne właściwości charakterystyki i parametry tyrystorów i metody ich badania. Parametry quasi dynamiczne obwodu głównego i obwodu bramki. Parametry dynamiczne i metody ich badania. Sposoby konstrukcyjno-technologiczne poprawy parametrów statycznych i dynamicznych. Właściwości i parametry cieplne. Straty w tyrystorach. Niestabilność cieplna. Tyrystory wysokonapięciowe. Zjawiska powierzchniowe i technologiczne sposoby zwiększania napięć granicznych. Tyrystory i diody lawinowe. Tyrystory dwukierunkowe: budowa i technologia, parametry i charakterystyki, sterowanie, właściwości dynamiczne. Fototyrystory. Tyrystory wyłączalne. Tyrystory impulsowe. Współpraca szeregową i równoległą tyrystorów i diod energoelektronicznych. Struktury wielokrotne wysokonapięciowe i wieloprądowe. Wybrane elementy dyskretne i scalone do sterowania tyrystorów. Zagadnienia niezawodności tyrystorów. Nowe koncepcje fizyczne realizacji półprzewodnikowych elementów energoelektroniki.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

31. MIERNICTWO WIELKOŚCI NIEELEKTRYCZNYCH
METODAMI ELEKTRYCZNYMI

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
IV	2	-	-	-	-
V	-	-	2	-	-

Treść wykładu:

Klasyfikacja przetworników wielkości nieelektrycznych w elektryczne. Statyczne i dynamiczne właściwości przetworników. Przetworniki rezystancyjne: drutowe, tensyjne, termiczne, fotoelektryczne, elektrolityczne, magnetyczne, radiacyjne. Przetworniki reaktancyjne: pojemnościowe, indukcyjnościowe, piezomagnetyczne. Przetworniki częstotliwościowe i kompensacyjne. Przetworniki generacyjne: indukcyjne, termoelektryczne, fotowoltaiczne, piezoelektryczne, elektretowe, stężeniowe, elektrokinetyczne i inne. Przetworniki analogowo-cyfrowe.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą problematyki objętej programem wykładów.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

32. TELEMETRIA I TELESTEROWANIE

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VI	2 ^e	-	-	-	-
VII	-	-	2*	-	-

Treść wykładu:

Podstawowe wiadomości o teorii informacji. Właściwości informacji sygnałów i kanałów przesyłowych. Struktura urządzeń nadawczych i odbiorczych. Systemy kodowania, twierdzenie Shannona. Systemy modulacji i porównanie ich właściwości. Uniwersalne systemy pomiarów (USP). Założenia systemu USP i możliwości współpracy z urządzeniami pomiarowymi przemysłowymi i urządzeniami przetwarzania danych. Przegląd czujników systemu USP stosowany w systemie elektroenergetycznym. Telemetria stałoprądowa. Zasięg dokładność i zakres zastosowania. Telemetria sinusoidalna. Modulacja amplitudy-częstotliwości fazy. Właściwości i dokładność. Zasięg telemetrii sinusoidalnej przy transmisji przewodowej i radiowej. Telemetria impulsowa. Porównanie właściwości systemów modulacji impulsowej. Zasięg telemetrii impulsowej. Telemetria cyfrowa. Przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe. Metody przesyłania informacji cyfrowej. Telesterowanie i telesygnalizacja w systemie elektroenergetycznym. Klasyfikacja obiektów w systemie elektroenergetycznym z telesterowaniem i telesygnalizacją. Obiekty z pełną automatyzacją telesterowania i telesygnalizacji. Obiekty z częściową automatyzacją telesterowania i telesygnalizacji. Systemy przesyłania sygnałów telesterowania i telesygnalizacji. System AM/FM. Metody wielokrotnego wykorzystania to-

*Laboratorium jest prowadzone wyłącznie dla kierunku dyplomowania - Energoelektronika.

rów. Wielokrotne systemy częstotliwościowe. Wybrane rodzaje łącz teletransmisyjnych. Satelitarne łącza mikrofalowe. Linie falowodowe, świetlne i światłowodowe.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: METROLOGIA I AUTOMATYKA ELEKTRYCZNA

33. ELEKTROMASZYNOWE ELEMENTY AUTOMATYKI

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
V	2	-	-	-	-
VI	-	-	1	-	-

Treść wykładu

Klasyfikacja i przykłady zastosowań elektromechanicznych elementów automatyki (EMEA). Równania macierzowe ruchu wyidealizowanej 4-uzwojeniowej maszyny elektrycznej. Wyznaczanie parametrów i równań ruchu EMEA. Silniki wykonawcze: indukcyjne - jednofazowe, dwufazowe, liniowe, synchroniczne-magnetoelektryczne, histerezyowe, reluktancyjne, reduktorowe, Warrena, skokowe - akcyjne, reakcyjne, liniowe, prądu stałego - magnetoelektryczne, komutatorowe, bezstykowe, z uzwojeniem drukowanym, uniwersalne. Przetworniki prędkości i przyspieszenia: prądnice tachometryczne - dwufazowe, synchroniczne, prądu stałego. Generatory funkcji: transformatory położenia kąтового, potencjometry. Wzmacniacze maszynowe i magnetyczne. Elementy stykowe, sprzęgła, transformatory różnicowe.

Zakłócenia radioelektryczne i akustyczne. Niezawodność EMEA.

Zasady doboru wymiarów głównych.

Laboratorium

Ok. 7 dwugodzinnych ćwiczeń obliczeniowo-laboratoryjnych, w drugiej połowie semestru VII. Obliczanie parametrów i charakterystyk silników dwufazowych, reluktancyjnych i selsynów oraz pomiarowe ich sprawdzanie i wyznaczanie.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

34. TEORIA AUTOMATÓW

Godziny zajęć tygodniowo wg programu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VI	3 ^e	2	-	-	-
VII	-	-	2	-	-

Treść wykładu:

Matematyczne podstawy teorii automatów. Algebra Boole'a. Wyrażenia i funkcje boolowskie. Sposoby zapisu wyrażeń boolowskich. Wyrażenia kanoniczne. Zupełność systemu funkcji. Funktory boolowskie.

Zagadnienia minimalizacji funkcji. Metody minimalizacji: Quine - Mc Cluskeya Karnangh.

Automaty kombinacyjne. Synteza automatów kombinacyjnych. Synteza przy użyciu elementów stykowych i bezstykowych. Synteza przy użyciu elementów ustalonego typu (NOR, NAND, EXOR). Synteza przy użyciu multiplekserów, synteza przy użyciu struktur jednorodnych (PLA).

Automaty sekwencyjne (z pamięcią). Struktura i opis automatów sekwencyjnych. Automaty asynchroniczne i synchroniczne. Automaty Mealy i Moore'a. Automaty elementarne. Synteza automatów asynchronicznych. Zagadnienia minimalizacji liczby stanów wewnętrznych. Zagadnienie kodowania stanów wewnętrznych. Wyścig. Hazard. Synteza automatów synchronicznych.

Automaty mikroprogramowe. Metody opisu i syntezy automatów mikroprogramowych. Problemy diagnostyki i niezawodnościowe aspekty syntezy automatów cyfrowych.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

35. SYSTEMY MIKROPROCESOROWE

Godziny zajęć tygodniowo wg programu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
IX	2 ^e	-	3	-	-

Treść wykładu:

Pojęcia podstawowe.

Budowa i zasada działania mikroprocesora.

Cykl rozkazowy. Pobranie i wykonanie rozkazu. Adresowanie pamięci i urządzeń WE/WY. Skoki warunkowe i bezwarunkowe. Skoki do podprogramów. Operacje na stosie. Przerwania. Bezpośredni dostęp do pamięci. Komunikacja mikroprocesora z urządzeniami zewnętrznymi. Lista rozkazów mikroprocesora. Systemy mikroprocesorowa. Konfiguracja typowego systemu. Interfejs pamięciowy. Interfejs WE/WY. Interfejsy programowalne. Programowanie systemów mikroprocesorowych. Wybór rodzaju mikroprocesora. Projektowanie struktury sprzętowej (hardware). Projektowanie oprogramowania (software). Języki programowania. Programowanie w języku assemblera. Metody i urządzenia wspomagania projektowania. Problemy uruchamiania systemów mikroprocesorowych. Przykłady projektowania systemów mikroprocesorowych.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne obejmują zapoznanie się studentów z działaniem mikroprocesora przy wykonywaniu pojedynczych rozkazów, układanie i obserwację wykonania prostych programów, opracowanie i badanie współpracy systemu mikroprocesorowego z modelem obiektu sterowania.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

36. TEORIA NIEZAWODNOŚCI

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
IX	2 ^e	1	-	-	-

Treść wykładu:

Podstawowe pojęcia i określenia teorii niezawodności.
 Sprawność sprzętu i czynniki narażeniowe. Miary niezawodności.
 Funkcja niezawodności, funkcja ryzyka, trwałość. Rozkłady trwa-
 łości. Niezawodność analogowych i cyfrowych elementów automatyki.
 Wpływ warunków eksploatacji.

Niezawodność układów złożonych. Struktury niezawodnościowe.
 Problemy rezerwowania. Charakterystyki niezawodnościowe układów
 naprawianych. Ekonomiczne aspekty niezawodności.

Metody obliczania charakterystyk niezawodnościowych. Metody
 badań charakterystyk niezawodnościowych. Statystyczna analiza wy-
 ników badań.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

39. NAPIĘD I AUTOMATYKA NAPIĘDU ELEKTRYCZNEGO

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VI	2 ^e	4	-	-	-
VII	2 ^e	1	-	-	-
VIII	-	-	2	-	-

Treść wykładu:

S e m e s t r VI:

Równanie dynamiki układu napędowego. Moment napędowy. Momenty oporowe. Moment dynamiczny. Zagadnienia energetyczne w układzie napędowym. Czas rozruchu i hamowania. Charakterystyki mechaniczne. Hamowanie silników prądu stałego i przemiennego. Regulacja prędkości silników prądu stałego i przemiennego. Specjalne układy regulacji prędkości. Transmitancja operatorowa podstawowych członów układów automatycznej regulacji prędkości: prądniczy prądu stałego, silnika obcowzbudnego prądu stałego, wzmacniacza elektromaszynowego, prądniczki tachometrycznej i transformatora stabilizującego. Charakterystyki mechaniczne zautomatyzowanych układów automatycznej regulacji prędkości. Schematy blokowe i transmitancje zautomatyzowanych układów napędowych. Stycznikowo-przekształtnikowe sterowanie układów napędowych.

S e m e s t r VII:

Współpraca silnika obcowzbudnego z niesterowanym mostkiem prostowniczym. Współpraca silnika obcowzbudnego ze sterowanym przekształtnikiem tyrystorowym typu 6T i 3T-3D. Dobór niektórych elementów układu. Tyrystorowe układy automatycznej stabilizacji prędkości obrotowej. Dynamika tyrystorowego UAR. Układy nawrotne i hamowanie elektryczne. Układy napędowe o sterowaniu impulsowym. Tyrystorowe układy napędowe prądu przemiennego.

Ćwiczenia:

S e m e s t r VI:

Obliczanie zastępczych momentów oporowych i zastępczego momentu bezwładności. Obliczanie czasu rozruchu i hamowania silników. Wyznaczanie charakterystyk mechanicznych silników prądu stałego i przemiennego dla różnych warunków pracy. Wyznaczanie charakterystyk mechanicznych zautomatyzowanych układów napędowych. Obliczanie zautomatyzowanych układów napędowych.

S e m e s t r VII:

Układy sterowania stycznikowo-przełącznikowego. Podstawowe parametry i charakterystyki tyrystorów. Charakterystyka napięciowo-prądowa obwodu bramki. Układy wyzwalań tyrystorów. Podstawowe układy jednofazowych przekształtników tyrystorowych:

- obliczanie wartości chwilowych, średnich i skutecznych prądów i napięć;
- wyznaczanie napięć wstecznych tyrystorów.

Dobór prądu znamionowego zaworów.

Charakterystyki mechaniczne obciążonego silnika prądu stałego zasilanego z przekształtnika tyrystorowego.

Dobór transformatora pośredniczącego. Dobór dławików sieciowych.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne obejmują materiał wykładów i ćwiczeń rachunkowych.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

40. TEORIA STEROWANIA
DZIAŁY WYBRANE

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P	S
VII	3 ^e	2	-	-	-

Treść wykładu:

Metoda linii pierwiastkowych. Metody analizy i syntezy liniowych układów wielowymiarowych - przesuwanie zer i biegunów. Teoria obserwatorów: obserwator Luenbergera, filtr Kalmana-Bucy. Wybrane zagadnienia ze sterowania optymalnego. Podstawy teorii układów adaptacyjnych.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

41. ELEMENTY AUTOMATYKI

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VII	2	1	-	-	-
VIII	2 ^e	1	-	-	-
IX	-	-	2	-	-

Treść wykładu:

Praca diody i tranzystora bipolarnego w elementach logicznych.
 Elementy DTL i RTL.
 Obwody cyfrowe scalone TTL.
 Praca tranzystora unipolarnego w elementach logicznych.
 Obwody cyfrowe scalone CMOS.
 Wzmacniacz operacyjny - schemat zastępczy, podstawowe parametry.
 Cztery podstawowe konfiguracje wzmacniacza proporcjonalnych z WO.
 Układy różniczkujące i całkujące z WO.
 Łączniki sygnałów analogowych.
 Podstawowe układy nieliniowe z WO.
 Elektromagnesy prądu stałego i przemiennego.
 Przekazniki i styczniki.
 Praca łączników stykowych przy charakterystycznych obciążeniach.
 Mechaniczne elementy automatyki (10 godz.).

Ćwiczenia i laboratorium:

Tematyka ćwiczeń audytoryjnych i laboratoryjnych wynika z programu wykładów.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

42. "DZIAŁY WYBRANE Z MATEMATYKI"

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VIII	2 ^e	2	-	-	-

Treść wykładu:

Funkcje dyskretne. Równania różnicowe. Transformacja Z i jej własności. Wyznaczanie oryginału danej transformaty Z. Rozwiązanie równań różnicowych liniowych.

Teoria macierzy; macierze wielomianów, dzielniki elementarne, wielomian charakterystyczny i minimalny, twierdzenie Hamiltona-Cayleya, wartości i wektory własne, wektory pierwiastkowe (główne), postacie kanoniczne. Funkcje od macierzy - wzór Sylwestera. Pochodna funkcji skalarnej względem wektora. Pochodna funkcji wektorowej względem skalaru i wektora. Formy kwadratowe i ich określoność. Zmienne losowe wielowymiarowe: dystrybuenta i funkcja gęstości wektora losowego, momenty wektora losowego, wektor losowy o rozkładzie normalnym. Procesy stochastyczne: funkcja gęstości i momenty procesu stochastycznego, stacjonarność i niestacjonarność, funkcja korelacyjna, ergodyczne procesy stochastyczne, gęstość widmowa, pochodna i całka. Ekstrema bezwarunkowe i warunkowe funkcji wielu zmiennych. Podstawy rachunku wariacyjnego: podstawowe pojęcia, równania Eulera-Lagrange'a dla zadania z nieruchomymi końcami, zadania wariacyjne z ruchomymi końcami, ekstrema warunkowe funkcjonałów.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

43. "UKŁADY IDENTYFIKACJI"

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
IX	2 ^e	1	-	-	-

Treść wykładu:

Modelowanie, estymacja parametrów i zmiennych stanu. Sygnały deterministyczne i losowe. Teoria estymacji, aproksymacja stochastyczna. Identyfikacja charakterystyk statycznych; podejście deterministyczne i probabilistyczne. Modele dynamiczne liniowe stacjonarne i niestacjonarne. Modele dynamiczne nieliniowe. Modele dynamiczne ciągłe i dyskretne. Sygnały testujące impulsowe i skokowe. Sygnały testujące okresowe. Sygnały testujące binarne. Metody identyfikacji charakterystyk dynamicznych; podejście deterministyczne i probabilistyczne. Bierny i czynny eksperyment identyfikacji. Optymalne planowanie eksperymentu identyfikacji. Estymacja stanu procesu. Przegląd zastosowań metod identyfikacji.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

44. TEORIA STEROWANIA OPTYMALNEGO

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VIII	3 ^e	2	-	-	-

Treść wykładu:

Metody wariacyjne sterowania optymalnego; równania Hamiltona Jacobiego w zagadnieniach sterowania optymalnego układów ciągłych, problem ekstremalizacji hamiltonianu, zagadnienia sterowania optymalnego ze swobodnym końcem, ze stałym końcem oraz ruchomymi końcami. Związki między metodami wariacyjnymi sterowania optymalnego a metodą maksimum Pontriagina. Sterowanie optymalno-czasowe układów liniowych: Rozwiązania sterowania suboptymalnego. Sterowanie optymalne układów liniowych przy kwadratowym wskaźniku jakości oraz przy wskaźniku jakości określającym minimalny pobór energii względnie paliwa.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

45. "AUTOMATYKA KOMPLEKSOWA"

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VIII	2 ^e	1	-	-	-
IX	-	-	2	-	-

Treść wykładu:

Pojęcia podstawowe: system automatyki kompleksowej, sygnały, zadania realizowane w systemach automatyki kompleksowej, wskaźniki techniczne i ekonomiczne, horyzont sterowania. Hierarchia algorytmów sterowania. Algorytm sterowania w ruchu normalnym, algorytmy uruchamiania i zatrzymania procesu, algorytmy o stanach awaryjnych. Zastosowania maszyn cyfrowych w układach automatyki kompleksowej. Warstwa regulacji bezpośredniej. Kształtowanie dynamicznych własności układów regulacji. Dyskretne układy regulacji. Modele predykcyjne.

Ćwiczenia

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

46. WIELKIE SYSTEMY

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
IX	2 ^e	1	-	-	-

Treść wykładu:

Definicje wielkiego systemu. Struktury złożonych systemów. Układ wielowarstwowy. Dekompozycja na podsystemy i koordynacja. Redukcja rzędu modelu. Stabilność podsystemów i stabilność wielkiego systemu. Zagadnienie sterowania złożonego systemu. Struktury sterowania wielkimi systemami: kaskadowa, hierarchiczna, zcentralizowana, kooperacyjna. Niezawodność systemów sterowania. Warstwowy układ sterowania: warstwa sterowania bezpośredniego, warstwa optymalizacji, warstwa adaptacji. Optymalizacja statyczna. Programowanie liniowe. Programowanie nieliniowe. Metody optymalizacji dla złożonych systemów. Optymalizacja w układzie hierarchicznym. Przykłady zastosowań teorii wielkich systemów.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

48. WYBRANE ZAGADNIENIA Z TYRYSTOROWYCH UKŁADÓW NAPĘDOWYCH

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VIII	4 ^e	2	-	-	-
IX	-	-	3	3	-

Treść wykładu:

Praca układów nawrotnych. Schematy sterowania logicznego. Praca układów półsterowanych (niesymetrycznych). Problemy optymalizacji stanów dynamicznych. Adaptacja i quasiadaptacja układów tyrystorowych o zmiennych parametrach. Układy sterowania impulsowego z komutacją wymuszoną (organizacja schematu logicznego dla układów zamkniętych). Sterowanie częstotliwościowe silników asynchronicznych. Współpraca falowników zależnych i autonomicznych z silnikiem asynchronicznym przy sterowaniu częstotliwościowym. Układy tyrystorowe silnika liniowego. Układy regulacji prędkości przez zmiany pierwszej harmonicznej napięcia stojana (problem sprawności; określenie zakresu zastosowań). Układy z tyrystorowym regulatorem rezystancji w obwodzie wirnika silnika asynchronicznego. Asynchroniczna kaskada tyrystorowa, stany statyczne i dynamiczne.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Projektowanie:

Projektowanie dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

49. OPTYMALIZACJA UKŁADÓW NAPIĘDOWYCH

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
IX	3	1	-	-	-

Treść wykładu:

Kryteria jakości regulacji stosowane w układach napędowych. Ograniczenia sygnałów sterujących i zmiennych stanu. Modele matematyczne układów napędowych. Optymalizacja statyczna układów z silnikami prądu stałego i przemiennego. Metody transwektorowe optymalizacji układów napędowych:

- metoda orientacji wektora pola,
- metoda orientacji wektora prądu.

Optymalizacja dynamiczna. Optymalizacja nastaw regulatorów liniowych. Układy minimalnoczasowe. Układy z kwadratowym wskaźnikiem jakości. Podstawowe rozwiązania optymalnych układów napędowych.

Ćwiczenia:

Zadania obliczeniowe związane z omawianymi na wykładzie optymalnymi układami napędowymi.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

50. ANALOGOWE UKŁADY AUTOMATYKI

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ó	L	P	S
VIII	2 ^e	2	-	-	-
IX	-	-	2	-	-

Treść wykładu:

Wzmacniacze instrumentacyjne. Eliminacja zakłóceń.

Wzmacniacze różnicowe.

Filtry aktywne.

Przetworniki nieliniowe.

Przetworniki napięcie-częstotliwość i częstotliwość-napięcie.

Układy przekaźnikowe z dodatnim sprzężeniem zwrotnym.

Przetworniki cyfrowo-analogowe i analogowo-cyfrowe.

Układy analogowe o działaniu impulsowym.

Generatory drgań ze wzmacniaczami operacyjnymi.

Układy pamięciowe i próbkujące.

Układy współpracy z czujnikami rezystancyjnymi, indukcyjnymi i pojemnościowymi.

Ćwiczenia i laboratorium:

Tematyka ćwiczeń audytoryjnych i laboratoryjnych wynika z programu wykładów.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

51. ELEMENTY AUTOMATYKI II

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VIII	2	2	-	-	-
IX	2	-	2	-	-

Treść wykładu:

Łączenie obwodów elektrycznych mocy.

Przebiegi łączeniowe w obwodach z łącznikami idealnymi.

Przebiegi łączeniowe w obwodach z łącznikami stykowymi.

Przebiegi łączeniowe w obwodach z łącznikami bezstykowymi.

Przełączniki bezstykowe.

Eliminacja przepięć i zakłóceń spowodowanych procesami łączeniowymi.

Elementy przekształcenia sygnału ciągłego w dwustanowy sygnał elektryczny - inicjatory.

Ćwiczenia i laboratorium:

Tematyka ćwiczeń audytoryjnych i laboratoryjnych wynika z programu wykładów.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

52. PROJEKTOWANIE UKŁADÓW CYFROWYCH

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
IX	-	-	-	4	-

Projektowanie:

Tematyka dotyczy projektowania n/w urządzeń lub przyrządów:

Miernik prędkości obrotowej.

Miernik poślizgu silników asynchronicznych.

Miernik prędkości czółenka.

Termometr cyfrowy.

Rejestrator rozkładów statystycznych.

Załącznik fazowy.

Dozownik materiałów sypkich z wagą cyfrową.

Trzypołożeniowy regulator temperatury w wymienniku ciepła.

Układ sterowania transportem w hali produkcyjnej.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

53. PRZYRZĄDY PÓŁPRZEWODNIKOWE I OBWODY SCALONE

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VII	2	-	-	-	-
VIII	1 ^e	1	-	-	-
IX	-	-	3	-	-

Treść wykładu:

S e m e s t r VII

Podstawy fizyczne półprzewodników. Mechanizmy przepływu prądu. Zjawiska fizyczne w złączu p-n. Charakterystyki i parametry statyczne diod. Właściwości małosygnałowe i impulsowe. Rodzaje i zastosowania diod półprzewodnikowych. Zasada działania tranzystora bipolarnego. Charakterystyki i parametry statyczne. Właściwości częstotliwościowe, model hybrydowy tranzystora. Właściwości przełączające tranzystora. Rodzaje i zastosowania tranzystora bipolarnego. Tranzystory polowe, zasada działania, charakterystyki i parametry statyczne. Właściwości częstotliwościowe i impulsowe tranzystorów polowych. Zastosowania. Podstawowe procesy technologiczne przyrządów półprzewodnikowych.

S e m e s t r VIII

Elementy półprzewodnikowe bezzłączowe. Elementy optoelektronowe. Układy scalone cyfrowe i analogowe. Zastosowania układów scalonych. Elementy mikrofalowe. Szumy przyrządów półprzewodnikowych. Modelowanie przyrządów półprzewodnikowych i układów scalonych dla potrzeb komputerowego projektowania układów elektronicznych.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia obejmują zagadnienia zawarte w treści wykładu.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

56. AUTOMATYCZNE UKŁADY I PRZYRZĄDY POMIAROWE

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VI	2	-	-	-	-
VII	1 ^e	-	-	-	-
VIII	-	-	3	-	-

Treść wykładu:

Automatyczne układy pomiarowe. Klasyfikacja, schematy blokowe. Przetworniki wejściowe, charakterystyki, parametry statyczne i dynamiczne. Korekcja właściwości. Mostki prądu przemiennego zrównoważone i warunkowo zrównoważone jako przetworniki wejściowe układów automatycznych. Mostki transformatorowe. Wskaźniki. Mostki automatyczne i półautomatyczne. Równoważenia cyfrowe i analogowe. Automatyczne układy kompensacyjne. Pomiary. Układy automatyczne bezpośredniego przetwarzania badanej wielkości. Układy analogowe i cyfrowe. Automatyczne pomiary wielkości nieelektrycznych. Analiza dokładności automatycznych układów pomiarowych.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą problematyki objętej programem wykładów.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

57. POMIARY W PROCESACH PRODUKCYJNYCH

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VIII	3 ^e	1	-	-	-

Treść wykładu:

Pomiary przemieszczeń liniowych. Przetwornik pojemnościowy przemieszczeń liniowych. Przetwornik potencjometryczny do pomiaru przemieszczeń liniowych. Pomiary prędkości obrotowej. Analogowy i cyfrowy pomiar prędkości obrotowej.

Pomiary naprężeń i sił. Pomiary momentu skręcającego za pomocą tensometrów. Membranowy przetwornik ciśnienia. Próg częstotliwościowy, przetworników tensometrycznych. Pomiary temperatury. Projekt termometru lekarskiego z wykorzystaniem termistora. Projekt termometru wyposażonego w miernik logometryczny z wykorzystaniem termometru platynowego. Projekt układu do automatycznej kompensacji zmian temperatury swobodnych końców termoelementu działającego na zasadzie niezrównoważonego mostku Wheatstone'a.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia audytoryjne dotyczą problematyki objętej programem wykładów.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

58. SYSTEMY POMIAROWE

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
IX	2 ^e	1	-	-	-

Treść wykładu:

Charakterystyka systemów pomiarowych, definicja pomiaru i systemu pomiarowego w świetle teorii informacji.

Podsystemy systemu pomiarowego i kryteria podziału systemów przesyłania sygnałów w systemach pomiarowych.

Jednostki funkcjonalne systemów pomiarowych; urządzenia przetwarzające, przełączające, rejestrujące, zabezpieczające i pamięci.

Wybrane interfejsy - pojęcia podstawowe, struktury logiczne, elektryczne, mechaniczne, przykłady zastosowań.

Przykłady systemów pomiarowych. Zagadnienia dokładności i niezawodności systemów pomiarowych - błędy statyczne i dynamiczne, pewność i prawdopodobieństwo błędu w systemie pomiarowym w obecności zakłóceń, korekcja błędów; sposoby zwiększenia niezawodności systemów pomiarowych.

Ćwiczenia:

Ćwiczenia audytoryjne dotyczą problematyki objętej programem wykładów.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

59. PROJEKTOWANIE UKŁADÓW POMIAROWYCH

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
IX	-	-	-	4	-

Projektowanie:

Tematyka zajęć jest następująca:

Zasady projektowania układów pomiarowych.

Zasady opracowania dokumentacji projektowej.

Ocena dokładności pomiaru układów pomiarowych.

Podstawowe charakterystyki układów i przyrządów pomiarowych.

Zasady doboru elementów układu pomiarowego.

Zagadnienia teorii informacji do analizy procesu pomiarowego układów pomiarowych.

Projekty układów pomiarowych podstawowych wielkości elektrycznych.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

60. MIERNICTWO CYFROWE

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VIII	2 ^e	-	-	-	-
IX	-	-	2	-	-

Treść wykładu:

Charakterystyka cyfrowych metod pomiarowych.

Błędy pomiarów cyfrowych. Cyfrowe pomiary czasu, częstotliwości i przesunięcia czasowego. Cyfrowe pomiary napięć stałych: woltomierze kompensacyjne, impulsowo-czasowe i całkujące. Eliminowanie wpływu zakłóceń na wskazania woltomierzy cyfrowych. Cyfrowe pomiary napięć przemiennych. Cyfrowe pomiary prądu. Cyfrowe pomiary rezystancji, indukcyjności i pojemności. Wykorzystanie mikroprocesorów w budowie cyfrowych przyrządów pomiarowych. Kierunki rozwoju miernictwa cyfrowego.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą problematyki objętej programem wykładów.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

61. POMIARY WYSOKIEJ DOKŁADNOŚCI I WYBRANE
ZAGADNIENIA TEORII POMIARU

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VIII	2	-	-	-	-
IX	-	-	1	-	-

Treść wykładu:

Błędy pomiaru. Obliczanie błędów w układach prostych i złożonych. Rozkład błędów i jego parametry (rozkład Eulera, logarytmiczno-normalny, beta, x^2 , Studenta).

Prawo przenoszenia błędów. Planowanie pomiarów bezpośrednich i pośrednich. Graficzne przedstawianie danych (zastosowanie teorii regresji). Dobór dokładności przyrządów i urządzeń pomiarowych w pomiarach pośrednich dla założonej wartości błędu wielkości mierzonej. Planowanie eksperymentu i pomiaru wysokiej dokładności. Układy mostkowe prądu stałego i przemiennego oraz ich własności pomiarowe. Układy kompensacyjne prądu stałego i przemiennego oraz ich właściwości pomiarowe. Eliminacje czynników wpływających na dokładność pomiarów. Perspektywy i tendencje rozwojowe techniki pomiarów wysokiej dokładności.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

64. PODZESPOŁY I UKŁADY ENERGOELEKTRONICZNE

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VII	2	-	-	-	-
VIII	2 ^e	-	-	3	-
IX	-	-	3	-	-

Treść wykładu:

S e m e s t r VII

Podstawowe układy analogowe. Wzmacniacze operacyjne i komparatory scalone. Wzmacniacze impulsowe oraz wybrane klasy wzmacniaczy mocy. Podstawowe układy przełączające. Techniki realizacyjne układów logicznych. Liniowe i nieliniowe układy kształtowania impulsów. Generatory przebiegów relaksacyjnych. Podstawowe układy uzależnień czasowych w realizacjach z elementami dyskretnymi i układami scallonymi. Generatory samodławne. Układy zasilające o działaniu ciągłym i impulsowym.

S e m e s t r VIII

Wyzwalanie brankowe tyrystorów. Układy wyzwalania oraz projektowanie obwodów przybrankowych. Wyzwalanie impulsowe. Sterowanie tyrystorów w łącznikach i przekształtnikach mocy w szczególności w prostownikach, falownikach, przemiennikach częstotliwości. Układy synchronizacji. Układy zabezpieczeń przekształtników. Układy kształtowania, rozdzielania i transmisji impulsów wyzwalających. Wybrane człony tyrystorowych układów automatycznej regulacji. Zarys zastosowań mikroprocesorów i mikrokomputerów do sterowania przekształtników tyrystorowych.

Laboratorium:

Dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.

Projektowanie:

Dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

65. MIERNICTWO ELEKTRONICZNE

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VIII	2 ^e	-	-	-	-
IX	-	-	2	-	-

Treść wykładu:

Podstawowe pojęcia i definicje. Czujniki, układy pomiarowe, pomiary wielkości ciągłych i dyskretnych, błędy pomiaru i czułość pomiaru. Czujniki pomiarowe półprzewodnikowe. Termistory, halotrony, diody tunelowe, fotodiody, fotooporniki, fototranzystory, termoelementy półprzewodnikowe. Mierniki o działaniu ciągłym. Elektroniczne amperomierze, woltomierze, mierniki uniwersalne, mierniki mocy. Mierniki o działaniu dyskretnym. Mierniki czasu, częstotliwości, woltomierze cyfrowe (układy blokowe, podzespoły typowe rozwiązania). Mierniki parametrów i charakterystyk elementów układów elektronicznych. Charakterografy, mostki impedancji mostki LC.

Urządzenia rejestracyjne. Oscyloskopy synchronizowane i stroboskopowe, rejestratory x-y. Pomiar wielkości stochastycznych. Pomiar współczynników autokorelacji, widma mocy. Kalkulatory elektroniczne. Podstawowe układy blokowe, podzespoły, układy pamięciowe.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu,

Specjalność: AUTOMATYKA I METROLOGIA ELEKTRYCZNA

67. WYBRANE UKŁADY I URZĄDZENIA ENERGOELEKTRONICZNE

Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P	S
VII	2 ^e	-	-	-	-
VIII	2	-	-	-	-
IX	2 ^e	-	3	-	-

Treść wykładu:

S e m e s t r VII

Łączniki tyrystorowe prądu przemiennego z tyrystorami konwencjonalnymi i dwukierunkowymi. Analiza stanów przejściowych przy różnych rodzajach obciążeń. Układy trójfazowe. Sterowniki i regulatory tyrystorowe ze sterowaniem fazowym. Stany przejściowe przy załączaniu i wyłączaniu. Sterowniki i regulatory tyrystorowe ze sterowaniem impulsowym. Wybrane zagadnienia przekształtników tyrystorowych z komutacją zewnętrzną. Przemienneiki częstotliwości z komutacją zewnętrzną. Warunki pracy tyrystorów w układach tyrystorowych z komutacją zewnętrzną.

S e m e s t r VIII

Tyrystorowe przerywacze prądu stałego. Tyrystorowe łączniki bezstykowe prądu stałego i przemiennego jako wyłączniki szybkozwarcowe. Analiza wybranych układów falowników równoległych, szeregowych i szeregowo-równoległych. Falowniki kaskadowe. Zastosowanie falowników niezależnych w elektrotermii i technice ultradźwięków. Tyrystorowe generatory impulsów. Falowniki z modulacją szerokości impulsu jako przemienneiki częstotliwości. Układy i urządzenia tyrystorowe elektroniki bytowej.

S e m e s t r IX

Analiza i projektowanie przekształtników tyrystorowych przy pomocy maszyn cyfrowych. Program analizy układów tyrystorowych. Zastosowanie maszyn analogowych i hybrydowych do analizy układów tyrystorowo-diodowych. Zastosowania pamięci półprzewodnikowych i układów mikroprocesorowych w energoelektronice. Specyfika pomiarów napięć i prądów w układach przekształtnikowych. Zagadnienia pomiaru mocy, energii i współczynnika mocy w układach energoelektroniki. Zagadnienia ciepłno-wentylacyjne w układach tyrystorowych. Zakłócenia radioelektryczne. Zabezpieczenia układów i urządzeń energoelektroniki. Przykłady budowy i eksploatacji urządzeń energoelektroniki. Wytuczne budowy i eksploatacji układów i urządzeń energoelektroniki.

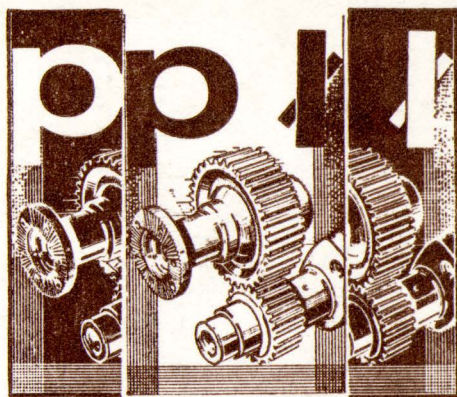
Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień w treści wykładu.



PODR.

SYGN. $\frac{378.662(438)}{1 \text{ g}}$



EXLIBRIS

politechnika łódzka • łódź • biblioteka